

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

INSTANTANÉITÉ DE LA CONSTRUCTION DE LA RÉPONSE SUIVANT UNE
EXPOSITION À UN PHÉNOMÈNE CONTRE-INTUITIF DE CHANGEMENT DE
PHASE EN SCIENCES

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

PAR
JONATHAN RICHER

NOVEMBRE 2010

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

À mon fils Édouard

REMERCIEMENTS

Je souhaite tout d'abord remercier mon directeur de recherche, Patrice Potvin, professeur-chercheur au Département d'éducation et de pédagogie de l'Université du Québec à Montréal. Au cours de ce long projet, M.Potvin a toujours su me guider grâce à ses commentaires enrichissants, ses encouragements répétés, sa grande disponibilité, ses connaissances en didactique des sciences et son expérience de recherche. Pour ces raisons, je me considère privilégié d'avoir pu évoluer auprès d'un directeur de recherche aussi attentionné et compétent.

Merci également aux élèves du Collège du Mont-Sainte-Anne qui ont accepté de participer à cette recherche.

Merci à François Thibault de l'Université du Québec à Montréal pour sa contribution à la codification des données.

Finalement, un merci tout spécial à ma conjointe Claudia Veilleux qui m'a toujours supporté moralement, me poussant toujours de l'avant au-delà des obstacles, et intellectuellement, en m'épaulant dans l'élaboration de mes travaux complexes. Il faut avoir goûté à la satisfaction du travail accompli pour jouer avec brio le rôle que tu as joué dans cette aventure.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	xii
LISTE DES TABLEAUX.....	xiv
RÉSUMÉ	xv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I.....	3
PROBLÉMATIQUE	3
1.1 La prépondérance de la culture technoscientifique.....	3
1.2 Des conceptions erronées aux pseudosciences	4
1.3 Le développement de la culture scientifique.....	4
1.4 Une évaluation des compétences scientifiques des jeunes.....	5
1.5 L'échec de l'école	6
1.6 L'école à la recherche de solutions	7
1.7 Des problèmes de compréhension : de l'enseignement à l'apprentissage	8
1.8 L'importance des modèles de l'apprentissage	8
1.9 Le modèle du changement conceptuel	9
1.10 La nature et la structure de la connaissance dans le modèle du changement conceptuel	10
1.11 Les perspectives « Knowledge-as-elements » et « Knowledge-as-theory »	12
1.12 Les enjeux du débat entre les perspectives KAE et KAT	12
1.13 La construction instantanée de la réponse.....	13
1.14 L'objectif de la recherche.....	14
1.15 La question de recherche.....	15
1.16 Incidences possibles de cette recherche	15
CHAPITRE II	17
CADRE CONCEPTUEL	17
2.1 Historique du développement du changement conceptuel.....	17
2.2 Modèle original du changement conceptuel	18

2.3	Polarisation des nouveaux modèles du changement conceptuel	19
2.4	Perspective « Knowledge-as-theory » (KAT)	20
2.5	Perspective « Knowledge-as-elements » (KAE)	23
2.6	Convergence entre les perspectives.....	26
2.7	Divergences entre les perspectives.....	28
2.7.1	Divergences relatives à la nature des connaissances naïves.....	28
2.7.2	Divergences relatives à la structure des connaissances	29
2.7.3	Divergences relatives au processus du changement conceptuel.....	33
2.8	Trois études à propos du concept de force	35
2.9	Des indicateurs de la structure cognitive en jeu	37
2.10	Insuffisance des indicateurs d'instantanéité proposés par Southerland et al.....	40
2.11	Un outil d'analyse du raisonnement mécanique proposé par Russ et al.	42
2.12	La déclaration précaire	44
2.13	La déclaration précaire et l'instantanéité de la construction de la réponse	45
2.14	Résumé du cadre conceptuel	46
	CHAPITRE III.....	47
	MÉTHODOLOGIE	47
3.1	Rappel de l'objectif de la recherche	47
3.2	Position épistémologique de la recherche	48
3.3	Les contextes d'applicabilité	48
3.4	Formulations instantanées des réponses	49
3.5	L'entretien d'explicitation	50
3.6	Le concept à l'étude : les changements de phase	53
3.6.1.	La présentation et l'observation des phénomènes de changement de phase	53
3.6.2	Les explications scientifiques.....	54
3.6.3	Les difficultés de compréhension des phénomènes.....	55
3.6.4	Les explications attendues	56
3.7	Échantillon d'expérimentation	57

3.8 Description de l'entretien d'explicitation	58
3.9.1 Déroulement de la première séance	60
3.9.2 Déroulement de la deuxième séance	62
3.10 Précautions relatives à la séquence	63
3.11 Biais possibles attribuables à la méthodologie.....	64
3.12 Seuil	65
3.13 Type d'analyse de contenu.....	65
3.14 Résumé de la méthodologie	66
CHAPITRE IV	67
RÉSULTATS	67
4.1 Reconnaissance des déclarations précaires	67
4.1.1 Production d'une déclaration autosuffisante.....	69
4.1.2 Expression d'une incapacité à présenter une déclaration plus cohérente .	69
4.1.3 Reconnaissance d'une déclaration partielle	70
4.1.4 Reconnaissance d'une non-adhésion à une déclaration	71
4.1.5 Rejet rapide d'une déclaration	71
4.1.6 Proposition d'une déclaration abordant le problème autrement	72
4.3 Étendue du concept de déclaration précaire.....	76
4.4 Fidélité interjuge	77
4.5 Classification des passages et justification des choix des critères	79
4.5.1 Passages associés au critère 1 : produit une déclaration autosuffisante.....	80
4.5.2 Passages associés au critère 2 : exprime son incapacité à présenter une déclaration plus cohérente.....	82
4.5.3 Passages associés au critère 3 : reconnaît que sa déclaration est partielle	83
4.5.4 Passages associés au critère 4 : reconnaît qu'il n'adhère pas à sa déclaration	85
4.5.5 Passages associés au critère 5 : rejette rapidement sa déclaration	88
4.5.6 Passages associés au critère 6 : propose une déclaration qui aborde le problème autrement (nouvelle perspective)	96
4.6 Difficultés rencontrées lors de la reconnaissance des déclarations précaires	99
4.6.1 Difficultés dues au contexte	100

4.6.2 Difficultés dues à l'ambiguïté des propos et/ou des définitions	101
4.6.3 Difficultés dues aux codifications multiples	103
4.7 Résultats de la codification des passages	105
4.8 Résumé du chapitre	107
CHAPITRE V	109
DISCUSSION.....	109
5.1 De la structure cognitive à la déclaration précaire	109
5.2 Retour sur l'objectif de la recherche et la question de recherche.....	110
5.3 Types de réponses construites instantanément	110
5.3.1 Réponses construites à partir de p-prims.....	111
5.3.2 Réponses construites à partir d'intuitions.....	112
5.3.3 Réponses construites à partir de règles intuitives.....	113
5.3.4 Réponses construites à partir d'une structure indéterminée	114
5.4 Observations supplémentaires relatives à la tenue générale des entretiens.....	115
5.5 Résumé de la discussion.....	118
CHAPITRE VI	119
CONCLUSION	119
6.1 Autres recherches nécessaires	120
6.2 Implication pour la recherche	121
6.3 Implication pour l'enseignement.....	122
GLOSSAIRE	125
RÉFÉRENCES	127
APPENDICE A	133
COMPARAISON DES DEUX PERSPECTIVES DU CHANGEMENT	
CONCEPTUEL	133
APPENDICE B	133
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT PARENTAL.....	133
APPENDICE C	137
TRANSCRIPTION DES ENTRETIENS D'EXPLICITATION	137

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
4.1	Réseau conceptuel situant les critères de reconnaissance dans le dialogue	75
4.2	La complexité du contexte de construction de la réponse	100
A.1	Représentation des deux perspectives du changement conceptuel.....	133

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
2.1	Structure des connaissances en deux niveaux 31
2.2	Comparaison des perspectives « Knowledge-as-elements » (KAE) et « Knowledge-as-theory » (KAT) 35
2.3	Hésitations dans les explications à l'intérieur d'un passage de l'entrevue... 38
4.1	Critères de reconnaissance des déclarations précaires 73
4.2	Étapes de codification interjuge 79
4.3	Tableau de codification des 41 passages 98
4.4	Passages codés différemment : synthèse des différences 105
4.5	Distribution des critères selon les sujets..... 106

RÉSUMÉ

L'enseignement des sciences vise, entre autres, la compréhension des concepts scientifiques élémentaires. Trop souvent, cet objectif n'est pas atteint (Giordan et de Vecchi, 1987), particulièrement dans le cas des connaissances « contre-intuitives » (Giordan, 1998) qui vont à l'encontre des intuitions. Depuis le début des années 1980, les chercheurs en sciences cognitives ont alors tenté de modéliser le changement conceptuel qui devait se produire lors de l'apprentissage. Le modèle du changement conceptuel original (Posner *et al.*, 1982), qui prévoyait le remplacement d'un concept déficient par un concept adéquat suite à un conflit cognitif, a cependant clairement démontré son insuffisance (Potvin 1998; Samson, 2002). Toutefois, depuis 25 ans, la communauté de recherche s'est efforcée de repenser ce modèle. Parmi les alternatives proposées, deux perspectives principales se dégagent (Özdemir et Clark, 2007) : les perspectives « Knowledge-as-elements » (DiSessa, 1988, 1993; Brown, 1995; Clark, 2006; Hunt et Minstrell, 1994; Linn, Eylon et Davis, 2004) et « Knowledge-as-theory » (Carey, 1999; Chi, 2005; Ioannides et Vosniadou, 2002; Wellman et Gelman, 1992).

Ces deux perspectives servent de cadre d'interprétation pour notre étude qui examine les processus en jeu lors d'un changement conceptuel en sciences. Plus spécifiquement, l'étude porte sur la construction de la réponse des élèves qui sont appelés à se prononcer à propos des deux différents phénomènes contre-intuitifs de changement de phase qui leur sont présentés. La question de recherche est : « l'exposition à un phénomène contre-intuitif de changement de phase entraîne-t-il la production de déclarations précaires? » Une réponse construite instantanément sur la base de déclarations qualifiées de précaires appuierait la perspective « Knowledge-as-elements » (Southerland *et al.*, 2001) tandis qu'une réponse construite à partir d'une structure cognitive cohérente appuierait plutôt la perspective « Knowledge-as-theory ».

Pour répondre à cette question, nous avons utilisé la technique de l'entretien d'explicitation (Vermersch, 1994), une technique qui nous a permis de mettre au jour l'itinéraire cognitif des sept élèves de première secondaire que nous avons rencontrés. Durant ces entretiens, nous leur avons présenté des situations réelles de changement de phase, soit la sublimation du gaz carbonique et l'ébullition de l'azote liquide. À partir d'une analyse préliminaire des données, nous avons dégagé un type de réponse construite instantanément : la déclaration précaire, qui se définit comme suit : « type de réponse qui a été construite instantanément de telle sorte que sa formulation présente des indices trahissant des incertitudes conceptuelles ». La déclaration précaire est une proposition théorique inspirée des travaux de Southerland *et al.* (2001) et de Russ *et al.* (2008). Nous avons établi six critères de reconnaissance des déclarations précaires.

En utilisant notre construit théorique, nous avons réussi à identifier 41 passages présentant des manifestations de déclarations précaires, avec une fidélité interjuge de 88 %. Nous avons caractérisé ces passages et avons constaté que les sujets produisaient à l'occasion des déclarations précaires et privilégiaient certains types de constructions instantanées de

réponses. Ce faisant, nous appuyons l'idée que les réponses des élèves relèvent parfois d'une structure cognitive fragmentée, conformément à la perspective KAE.

Cette recherche propose des critères des reconnaissance des déclarations précaires qui pourraient être utilisés tant en recherche qu'en intervention pédagogique. Sur le plan de la recherche, le concept de déclaration précaire peut servir à mieux comprendre le changement conceptuel qui s'opère chez l'apprenant au moment où il se produit et ce, tout en tenant compte du contexte. En pédagogie, la déclaration précaire prend la forme d'une réponse formulée par l'élève qui indique sa position cognitive à l'enseignant qui se trouve alors mieux renseigné pour orchestrer un changement conceptuel.

Mots-clés : didactique des sciences, changement conceptuel, changement de phase, phénomène contre-intuitif, instantanéité, déclaration précaire

INTRODUCTION

Les réponses produites par les élèves nous semblent parfois sortir de « nulle part » ou être générées « sur demande » comme si elles reposaient sur des intuitions plutôt que sur des connaissances formelles. C'est précisément cette impression qui a été le point de départ de notre recherche portant sur l'apprentissage des sciences. Nous avons cherché à vérifier si les réponses des élèves pouvaient être construites instantanément à partir de telles intuitions.

Certains chercheurs défendent déjà l'idée que les connaissances des élèves sont constituées d'un ensemble d'entités cognitives – dont les intuitions – qui sont faiblement liées entre elles, formant alors un réseau cognitif fragmenté. Ces chercheurs adhèrent à la perspective « *Knowledge-as-elements* ». D'autres chercheurs adhèrent plutôt à la perspective « *Knowledge-as-theory* », qui défend une position opposée : les élèves possèdent des conceptions primitives qui s'organisent en théories cohérentes et donc non précaires. Ces deux perspectives concurrentes s'inscrivent dans le courant de recherche sur le changement conceptuel.

La porte d'entrée de cette recherche dans ce débat entre les deux perspectives concerne la construction de la réponse d'un élève. Une réponse construite instantanément appuierait la perspective « *Knowledge-as-elements* ».

Cependant, à ce jour, il n'existe pas d'outil pour caractériser la construction de la réponse. L'objectif principal de cette recherche consiste en l'établissement d'un tel outil d'analyse. En ce sens, il s'agit d'une recherche exploratoire.

Pour y arriver, des élèves de première secondaire ont été rencontrés lors d'entretiens visant à mettre à jour leur processus de construction de réponses. Lors de ces entretiens d'explicitation, deux différents phénomènes contre-intuitifs de changement de phase leur

étaient présentés. L'analyse des réponses des élèves a permis la conception de l'outil d'analyse.

Le premier chapitre de ce mémoire est intitulé « problématique ». On y présente certains enjeux de la didactique des sciences modernes, les principaux obstacles que vit cette discipline et on y justifie l'importance de la présente recherche qui s'inscrit au coeur du débat entre deux perspectives du changement conceptuel.

Le cadre conceptuel présente ensuite les tenants et les aboutissants de ces deux perspectives et situe la question de recherche. Le concept de la déclaration précaire y est également présenté.

Le troisième chapitre concerne la méthodologie et montre en quoi la technique d'entretien d'explicitation est appropriée pour vérifier si les élèves construisent leurs réponses instantanément. De plus, il y est question des modalités d'expérimentation.

Le quatrième chapitre fait place à l'analyse des passages présentant des caractéristiques d'instantanéité. Certaines difficultés rencontrées lors de la reconnaissance des déclarations précaires sont précisées.

Au cinquième chapitre, la discussion permettra de situer le concept de déclaration précaire parmi les autres types de réponses construites instantanément.

La conclusion présente une synthèse des résultats ainsi qu'un aperçu des retombées de l'étude pour la recherche et pour l'enseignement.

En appendice, le lecteur retrouvera, entre autres, la transcription intégrale des entretiens d'explicitations.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

*De l'éducation de son peuple
dépend le destin d'un pays
- Benjamin Disraeli -*

Ce premier chapitre s'ouvre sur certains enjeux de l'éducation dans lesquels s'inscrit la présente recherche. En s'appuyant sur les éléments théoriques incontournables, il guide le lecteur de ces enjeux généraux jusqu'aux questions de recherche.

1.1 La prépondérance de la culture technoscientifique

On reconnaît aisément que la société occidentale est une société technoscientifique (Samson, 2002). On le constate entre autres par le nombre d'objets sophistiqués qui inondent le marché : appareils GPS, ordinateurs portables et autres appareils sans fil. Pour utiliser la technologie ou pour comprendre l'actualité scientifique, une culture scientifique minimale s'avère nécessaire, que l'on parle des algues bleues qui envahissent les lacs du Québec ou des maladies nosocomiales dans les hôpitaux de la province. Les citoyens doivent donc comprendre le caractère technique ou scientifique des problèmes sociaux pour pouvoir, entre autres, s'engager dans les débats publics ou pour exercer leur droit de vote de façon éclairée : « Pour être capables de participer aux débats sociaux, les individus doivent pouvoir juger de la pertinence des projets, des solutions et des arguments proposés, et doivent pouvoir en discuter. » (Conseil de la science et de la technologie, 2002, p.27)

1.2 Des conceptions erronées aux pseudosciences

Or, non seulement cette culture technoscientifique est-elle peu répandue dans la population en général, mais on remarque également que « le grand public entretient des “conceptions erronées” quant à la science » (Samson, 2002, p. 98). Dans le même sens, Astolfi (2007, p.29) note que : « malgré l’enseignement de la photosynthèse, les lycéens conservent l’idée que les plantes puisent leur nourriture dans le sol grâce à leurs racines. » C’est à partir d’un ensemble de conceptions erronées semblables que sont popularisées les pseudosciences; c’est pourquoi Samson (2002, p.103) rappelle aux enseignants que :

C’est à la connaissance scientifique qu’incombe l’important rôle social de sensibiliser le grand public à la nécessité de s’opposer à l’action nuisible des représentants de « fausses sciences ». L’astrologie fait partie de ces pseudosciences qui exploitent la naïveté des gens.

Il apparaît donc souhaitable d’améliorer le niveau de culture scientifique de la population.

1.3 Le développement de la culture scientifique

Pour la communauté scientifique, il est important que cette culture se perpétue avec succès particulièrement chez la relève en sciences. Dans une économie du savoir, où la mondialisation de la recherche est une réalité, la formation de scientifiques, de technologues et d’ingénieurs est la clé de la prospérité, comme le souligne Charland (2008, p.5) : « La scolarité des individus représente donc un investissement indispensable exigé pour réussir dans ce village planétaire ».

Pour tout pays, la force de sa communauté scientifique repose avant tout sur un système d’éducation qui réussit à outiller les étudiants entrants dans les différents programmes universitaires d’une solide formation générale en science. Considérant l’envergure et la variété des projets scientifiques et technologiques modernes, il n’est plus suffisant de former une élite restreinte pour pratiquer une science hermétique comme au début du siècle; il faut

désormais « que tous les individus, et pas seulement les futurs scientifiques et ingénieurs, possèdent un niveau plus élevé de compétences en sciences. » (OCDE, 2007, p.122)

Ainsi, la science et la technologie ne sont plus l'apanage d'un groupe restreint de chercheurs, mais ces domaines de connaissances font maintenant partie du quotidien de plusieurs travailleurs. Par exemple, les techniciens d'entreprises de câblodistribution sont appelés à se servir de leurs connaissances relatives aux sciences et technologies lorsqu'ils installent de l'équipement électronique chez les clients. Il faut que ces techniciens aient été formés convenablement pour qu'ils puissent effectuer un travail adéquat.

Il est donc souhaitable pour la communauté scientifique ainsi que pour toute société moderne que ses citoyens soient dotés d'une culture scientifique la plus complète possible.

1.4 Une évaluation des compétences scientifiques des jeunes

C'est entre autres pour évaluer l'état de la culture scientifique des jeunes quittant le système scolaire de leur pays que l'OCDE a mis sur pied le programme PISA (Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves). Dressant tous les trois ans le portrait des compétences scientifiques des jeunes de quinze ans, le PISA constitue un outil incomparable pour les acteurs des systèmes d'éducation de 57 pays qui devront mener les réformes futures : « Les décideurs doivent donc prendre des mesures visant à s'assurer que leur pays soit bien préparé et dans la meilleure position possible pour parvenir à l'excellence scientifique à l'avenir. » (OCDE, 2007, p.122)

Le programme permet également de mieux connaître la culture scientifique de la prochaine génération de citoyens, car il vérifie « [...] to which extent their school education has

prepared them to 'play a constructive role as citizens in society' (OECD/PISA/SFEG 1988).¹ » (Fensham et Harlen, 1999)

Les résultats du PISA 2006 montrent que :

[...] en moyenne, dans les pays de l'OCDE, seuls 9.0 % des élèves de 15 ans se situent aux deux niveaux les plus élevés de l'échelle de culture scientifique et sont donc capables d'identifier, d'expliquer et d'appliquer des *connaissances en sciences* et des *connaissances à propos des sciences* dans un éventail de situations complexes qui s'inspirent de la vie réelle et sont en mesure d'établir des liens entre différentes sources d'information et explications et d'y puiser des éléments pertinents pour justifier des décisions. (OCDE, 2007, p.122)

Ces deux niveaux (sur cinq) au sommet de l'échelle de culture scientifique nous semblent se rapprocher de ce que Tardif (2006, p.22) définit comme une compétence : « Un savoir-agir complexe prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations. » Autrement dit, seulement 9 % des jeunes des pays de l'OCDE démontreraient les compétences scientifiques les plus complètes. Ce constat témoigne de l'ampleur du défi que l'école doit relever.

1.5 L'échec de l'école

S'il est possible que cette culture scientifique et technologique soit acquise par des visites industrielles, des installations muséales ou, tout simplement, par des médias de vulgarisation scientifique (Fensham et Harlen, 1999), il est légitime de croire que l'école endosse le rôle principal dans la transmission de cette culture technoscientifique. Cependant, il semble que l'école accuse plusieurs revers dans sa mission éducative en regard des sciences :

Les manifestations les plus flagrantes (du manque d'engouement et de la réussite en sciences et technologies) en sont le peu d'intérêt pour les cours de sciences au secondaire, la baisse du nombre d'inscriptions dans les ordres d'enseignement supérieur, les difficultés rencontrées par

¹ [...] dans quelle mesure leur scolarité les a préparés à jouer un rôle constructif en tant que citoyen (trad. libre).

les élèves dans la plupart des cours de sciences, la baisse du nombre de diplômés en sciences et génie. (Samson, 2002, p.98)

En France, André Giordan (1998) fait le même constat : « Toutes les évaluations sont formelles à cet égard. À la fin d'une scolarité, même réussie, le savoir véritablement engrangé est d'une grande pauvreté. »

1.6 L'école à la recherche de solutions

Pour que l'école forme davantage d'étudiants qui s'orientent vers une carrière scientifique ou, à la rigueur, des citoyens dotés une culture scientifique de base plus solide, elle doit être repensée à plusieurs niveaux : organisation scolaire, formation des maîtres, redéfinition du curriculum, etc. C'est le défi de l'actuel renouveau pédagogique. En ces temps de changements, tous les acteurs en éducation se mobilisent pour réformer le système de manière à atteindre des objectifs prioritaires : en sciences, on vise à doter les jeunes d'une culture scientifique adéquate et favoriser le développement de leurs compétences scientifiques. Pour y arriver, on amorce plusieurs changements majeurs : le constructivisme, le socioconstructivisme et le cognitivisme deviennent les paradigmes préconisés³; on met le cap sur la pédagogie par l'interdisciplinarité⁴; on cherche à améliorer le transfert des apprentissages⁵; on s'ouvre à l'éducation relative à l'environnement⁶.

³ « Parmi les théories de l'apprentissage, le constructivisme, le socioconstructivisme et le cognitivisme constituent des modèles particulièrement éclairants. (Ministère de l'Éducation du Québec, 2004, p.9) »

⁴ « L'exploitation du potentiel de l'interdisciplinarité est privilégiée parce qu'elle favorise des apprentissages larges et imbriqués. (Ministère de l'Éducation du Québec, 2004, p.57) »

⁵ « La notion de transfert des apprentissages se situe au coeur du débat entourant la réforme de l'éducation et le choix des méthodes pédagogiques au Québec [...] (Péladeau, Forget et Gagné, 2005, p.187) »

⁶ « Les changements curriculaires récents aux programmes en enseignement des sciences impliquent de "nouveaux venus" dans les programmes scientifiques scolaires : l'éducation technologique et l'éducation relative à l'environnement. (Charland, 2007, p.120) »

Par contre, on constate que les progrès sont lents et qu'il existe toujours un décalage entre la communauté de pratique et la communauté de recherche : « teachers usually are not well informed about the recent state of research on teaching and learning science [...] »⁷ (Duit, Treagust et Widodo, 2008, p.637). Pourtant, comme le préconisent West et Staub (2003)⁸, il nous apparaît essentiel que la pratique éducative s'appuie entre autres sur la recherche pour que les objectifs soient atteints.

1.7 Des problèmes de compréhension : de l'enseignement à l'apprentissage

Il nous semble important que l'école s'appuie sur les progrès de la communauté de recherche pour mieux comprendre comment les élèves développent leurs compétences en sciences. Or, comme le souligne Tardif (2006), le développement des compétences est souvent laissé au jugement professionnel des enseignants, car : « Le bât blesse dans les programmes axés sur le développement de compétences parce que, dans la majorité des cas, il n'existe aucun modèle cognitif de l'apprentissage des compétences composant les programmes en question. » (p.58)

Pourtant, l'établissement de modèles cognitifs de l'apprentissage constitue un objectif central de la didactique des sciences; c'est l'ambitieux projet de mieux comprendre les mécanismes d'apprentissage des sciences dans le but éventuel d'améliorer l'enseignement des sciences : « [...] il est plus important de comprendre comment l'élève apprend que de proposer seulement des stratégies d'enseignement » (Giordan et de Vecchi, 1989).

1.8 L'importance des modèles de l'apprentissage

⁷ Les enseignants ne sont habituellement pas bien informés à propos de l'état de la recherche dans les sciences de l'enseignement et de l'apprentissage (trad. libre).

⁸ West et Staub (2003) soutiennent qu'il est essentiel d'encourager les enseignants à se familiariser avec les récents états de la recherche en éducation et de les aider à faire évoluer leur conception d'un enseignement et d'un apprentissage efficace (trad. libre, cité dans Duit, Treagust et Widodo (2008))

Pour être efficace, l'enseignement des sciences doit reposer sur des modèles de l'apprentissage fidèles aux processus cognitifs intériorisés par l'apprenant lui-même. C'est pour cette raison que Legendre (2007, p.297) considère que les recherches sont nécessaires :

[...] les nombreuses recherches en enseignement des sciences ont conduit à insister tout particulièrement sur l'importance de mieux comprendre la nature des transformations cognitives en jeu dans l'apprentissage de notions scientifiques et les résistances qui parfois s'y opposent si l'on veut être en mesure de faciliter le passage d'un niveau de compréhension ou de conceptualisation à un autre.

Malgré les progrès des chercheurs en sciences de la cognition, les retombées positives n'atteignent pas encore les salles de classe, où les enseignants entretiennent encore des idées révolues : « Science and mathematics educators often believe that there is little or no prior knowledge that student's bring to the learning task.⁹ » (Vosniadou, Vamvakoussi et Skopeliti, 2008, p.26)

Pourtant, les modèles modernes de l'apprentissage vont à l'encontre de cette croyance. Pour le domaine des sciences, un des modèles les plus étudiés est le modèle du changement conceptuel.

1.9 Le modèle du changement conceptuel

Depuis Piaget, les chercheurs tentent de préciser les processus intellectuels qui permettent la construction des connaissances. Dans l'esprit du constructivisme, le modèle du changement conceptuel (désigné ci-après et jusqu'à la fin du texte par l'acronyme « CC ») trouve ses origines « dans les processus piagétiens tels que l'assimilation et l'accommodation » (Legendre, 2005, p.205), ce qui évoque l'aspect évolutif du processus.

⁹ Les enseignants de sciences et de mathématiques croient souvent que les étudiants entreprennent leurs activités d'apprentissage sans connaissances antérieures (trad. libre).

En enseignement des sciences, le changement conceptuel consiste « à faire passer l'élève d'une conception scientifique à efficacité restreinte à une conception scientifique à efficacité élargie. » (Legendre, 2005, p.205) Pour provoquer cette transformation, l'enseignant organise une situation, un conflit cognitif, que l'élève ne peut pas expliquer par la conception initiale qu'il possède : il doit alors procéder à un CC. Selon ce modèle, un élève ayant une conception géocentrique du système solaire, s'il accepte les preuves astronomiques qu'on lui présente, devra l'abandonner et la changer pour une conception héliocentrique puisque ces preuves auront suscité chez lui un conflit cognitif permettant le CC. Le modèle du CC prévoit donc un changement intégral de la conception initiale plutôt qu'une simple mise à jour de celle-ci.

Les auteurs du modèle fondateur du CC (Posner *et al.*, 1982) en ont proposé une révision importante (Strike et Posner, 1992) dans laquelle ils rappellent que leur modèle propose un cadre de travail épistémologique plutôt qu'une modélisation d'une réalité psychologique (diSessa, 2006). Le modèle original du CC n'est donc pas directement transposable à l'enseignement et il présente certaines faiblesses.

1.10 La nature et la structure de la connaissance dans le modèle du changement conceptuel

Comme tout modèle, le modèle du CC constitue nécessairement une simplification théorique de la mécanique cognitive réellement à l'œuvre lors de l'apprentissage. Affirmer que le changement conceptuel se résume à un remplacement d'une conception naïve en une conception experte plus performante constitue donc une image approximative de la réalité. Cette simplification est manifeste sur deux plans; celui de la nature des connaissances et celui de la structure des connaissances.

Du point de vue de la nature des connaissances, de nombreuses interrogations ont été soulevées. Que sont précisément les conceptions qui font l'objet d'un CC? Est-ce qu'à chaque conception naïve correspond une conception experte? Existe-t-il différentes sortes de

conceptions? Comment reconnaît-on une conception lorsqu'on en voit une? DiSessa (2002, p.29) souligne que bien des chercheurs restent trop vagues à ce sujet : « Most research on conceptual change suffers from too little theoretical accountability concerning the nature of mental entities involved and too little use of the details of process data to support its theoretical view.¹⁰ » On reconnaît qu'il est difficile de préciser la nature des objets cognitifs impliqués dans le CC étant donné leur nature abstraite et complexe, telle que perçue lors d'entretiens avec des élèves : « Clinical interviews of students essentially always reveal a textured mix of naiveté and learned knowledge, which, however, has had few, if any, systematic descriptions to date.¹¹ » (diSessa, 2002, p. 30) Préciser la nature des connaissances qui sont en jeu lors de l'apprentissage devient dès lors une partie importante du travail qu'il reste à accomplir.

Par ailleurs, la question de la structure des connaissances pose également problème. Pourquoi certaines conceptions ou croyances sont-elles facilement remplaçables tandis que d'autres sont résistantes (robustes)? Quelle organisation des connaissances permet d'expliquer que les apprentissages sont parfois longs et à d'autres occasions rapides? Comme nous le verrons dans le cadre conceptuel, plusieurs chercheurs ont proposé leur modèle de l'architecture des connaissances, mais certaines questions restent non résolues.

À partir du modèle original du CC, deux perspectives différentes peuvent être dégagées des recherches d'après la nature des entités cognitives et le niveau de cohérence des structures qu'elles proposent.

¹⁰ La plupart des recherches au sujet du changement conceptuel manquent de justifications théoriques concernant la nature des éléments mentaux impliqués et le traitement des données (trad. libre).

¹¹ Les entrevues cliniques des élèves révèlent presque toujours un mélange subtil de connaissances apprises et naïves ce qui, par ailleurs, n'a jamais fait l'objet d'une description systématique jusqu'à présent (trad. libre).

1.11 Les perspectives « Knowledge-as-elements » et « Knowledge-as-theory »

Parmi les modèles proposés, deux perspectives générales se distinguent : « Knowledge-as-theory » et « Knowledge-as-elements » (Özdemir et Clark, 2007) (désigné ci-après et jusqu'à la fin du texte par les acronymes « KAT » et « KAE » respectivement). La majorité des modèles s'inscrivent dans la première perspective parce qu'ils considèrent que les connaissances d'un élève sont principalement représentées par un cadre cohérent similaire à une théorie (Ioannides et Vosniadou, 2002; Chi, 2005; Carey, 1999; Wellman et Gelman, 1992). D'autres modèles, moins nombreux, adhèrent plutôt à la deuxième perspective (KAE) qui considère que les connaissances d'un élève font davantage partie d'une écologie d'éléments presque indépendants s'apparentant aux intuitions (Clark, 2006; diSessa, Gillespie et Esterly, 2004; Harrison, Grayson et Treagust, 1999; Linn, Eylon et Davis, 2004). La description de ces deux perspectives est détaillée dans le chapitre portant sur le cadre conceptuel de la recherche.

1.12 Les enjeux du débat entre les perspectives KAE et KAT

Le débat opposant ces deux perspectives est crucial puisqu'il permet de raffiner les modèles du CC, de les confronter aux données empiriques et, éventuellement, de produire une synthèse plus adéquate pour caractériser les structures mentales des élèves qui entrent en classe de sciences. Özdemir et Clark (2007, p. 358) vont plus loin en affirmant :

Determining whether students' intuitive knowledge consists of many quasi-independent elements, as suggested by knowledge-as-elements perspectives, or of a network of theories, as suggested by knowledge-as-theory perspectives, is critical : it affects our understanding of the conceptual change process, curriculum design, and instructional strategies¹².

¹² Déterminer si les connaissances intuitives des élèves consistent en plusieurs éléments presque indépendants, tel que suggéré par la perspective KAE, ou en un réseau de théories, tel que suggéré par la perspective KAT, est critique : cela affecte notre compréhension du processus du changement conceptuel, le design de curriculum et les stratégies d'enseignement (trad. libre).

On voit donc que pour enseigner un concept donné, il serait souhaitable qu'un enseignant sache si ses élèves possèdent un modèle mental cohérent mais incorrect du concept en question ou s'ils possèdent plutôt des intuitions qui peuvent se manifester au besoin (Southerland *et al.*, 2001). Toutefois, il est possible que les deux perspectives puissent coexister, comme le laisse sous-entendre un adhérent de la perspective KAE : « No one thinks children are completely unsystematic in their thinking about domains such as physics or biology.¹³ » (diSessa, 2006, p. 278) Certains domaines, comme la physique, sont riches en idées naïves étant donné l'importante stimulation qu'offre l'environnement physique dès l'enfance : « I believe that conceptual change in physics, mechanics in particular, has some special characteristics that may not be true in all domains of conceptual change.¹⁴ » (diSessa, 2008, p. 37) Dès lors, il devient important de décrire les contextes dans lesquels chacune des perspectives est applicable.

La présente recherche se penche sur le mécanisme du changement conceptuel *au moment où* celui-ci a lieu, c'est-à-dire à l'instant où l'élève vit un conflit cognitif. Nous cherchons à caractériser l'évolution conceptuelle *à l'instant même* où l'élève remet en question ses connaissances. On pourrait qualifier cette démarche d'investigation microscopique du changement conceptuel. En procédant de cette façon, nous pouvons espérer mieux caractériser la structure cognitive de l'élève.

1.13 La construction instantanée de la réponse

L'apprentissage d'un concept scientifique demeure un processus complexe. Reposant parfois sur une mobilisation de ressources cognitives bien articulées conformément à la perspective KAT, l'apprentissage peut aussi ressembler à une construction improvisée et instantanée, tel

¹³ Personne ne croit que les enfants conçoivent la physique ou la biologie de façon complètement non systématique (trad. libre).

¹⁴ Je crois que le CC en physique, mécanique en particulier, présente certaines caractéristiques spéciales qu'on ne retrouve pas dans tous les domaines du CC (trad. libre).

qu'envisagé par la perspective KAE. Sans modèle cognitif adéquat, il devient dès lors difficile d'intervenir pour accompagner l'élève vers l'expertise. Potvin (2007, p. 363) décrit bien la difficulté que vivent les enseignants à cerner la nature et la structure des connaissances en jeu chez leurs élèves :

En tant qu'enseignants de science, nous avons tous été mis dans la situation où, après avoir posé une question à un élève, on peut clairement sentir que celui-ci n'est pas en train d'en référer à une connaissance préalable bien établie, mais bien plutôt d'en quelque sorte nous bricoler une réponse « sur-le-champ », ou « *on-the-fly* » (DiSessa, 2002) à partir d'éléments fragmentés et d'intuitions diffuses.

Pour évoquer ce genre de réponse bricolée « sur-le-champ », nous utiliserons au cours de ce texte l'expression « réponse construite instantanément ». Cette formulation intègre à la fois la nature et la structure : la structure est *fragmentée*; la nature est constituée d'*éléments* semblables à des intuitions. Potvin (2007) parle d'un « constructivisme instantané » pour désigner ce type de réponses assemblées spontanément.

1.14 L'objectif de la recherche

L'objectif principal visé par cette recherche est le suivant :

Caractériser l'instantanéité de la construction des réponses des sujets qui sont exposés à des phénomènes contre-intuitifs de changement de phase.

En guise d'hypothèse, nous supposons qu'une réponse construite instantanément suggère la mobilisation d'une variété d'entités cognitives (telles que les intuitions) en une structure cognitive fragmentée, conformément à la perspective KAE. Cette position épistémologique sera détaillée dans le chapitre portant sur le cadre conceptuel.

Le concept que nous proposons est la « déclaration précaire » et renvoie à un type de réponse construite instantanément, d'autres types étant envisageables. La déclaration précaire a été

retenue parce qu'elle est directement observable dans le discours du sujet; il s'agit en quelque sorte d'un indice révélant l'état de la structure cognitive et les entités cognitives, deux notions abstraites. Les caractéristiques permettant de reconnaître les déclarations précaires sont présentées dans le chapitre portant sur le cadre conceptuel.

Cet objectif est opérationnel parce qu'il est possible de présenter des phénomènes de changement de phase à des sujets novices, de les assister dans leur élaboration d'explications et d'analyser ces explications en recherchant des traces de déclarations précaires qui témoignent de l'instantanéité de la construction de la réponse.

1.15 La question de recherche

Dérivée des objectifs de recherche, notre question de recherche est la suivante :

« L'exposition à un phénomène contre-intuitif de changement de phase entraîne-t-elle la production de déclarations précaires? »

1.16 Incidences possibles de cette recherche

Cette recherche est pertinente dans la mesure où elle vise à caractériser la construction de la réponse des élèves au moment même où ils sont confrontés à un phénomène nouveau pour eux. À notre avis, il s'agit d'une approche appropriée pour étudier la question de la cohérence (perspective KAT) et de la fragmentation (perspective KAE) des structures naïves de la connaissance.

Si notre hypothèse se confirme, notre recherche pourrait fournir des arguments indiquant que les évolutions conceptuelles sont des cheminements complexes qui ne s'établissent pas toujours à partir de conceptions solides et cohérentes. Cela voudrait dire que les approches

didactiques basées sur les conflits cognitifs qui fragilisent des conceptions présumées ne sont peut-être pas aussi efficaces que pourrait laisser croire la perspective KAT.

Il est important pour les enseignants de sciences de déterminer à quel moment et dans quel contexte la structure de la connaissance de leurs élèves sera plutôt fragmentée et à quel moment et dans quel contexte leur structure présentera une certaine cohérence. Concrètement, nous envisageons qu'un enseignant puisse se rendre compte qu'un de ses élèves produit une déclaration précaire de manière à orienter son questionnement pour faciliter la compréhension du phénomène étudié. Ultimement, nous croyons que l'approche pédagogique devrait varier selon le type d'organisation de la connaissance.

CHAPITRE II

CADRE CONCEPTUEL

Dans ce chapitre présentant le cadre conceptuel de notre recherche, nous voyons qu'il existe deux perspectives partiellement concurrentes du CC. Nous montrons d'abord comment ces deux perspectives ont découlé de vingt-cinq ans de recherches à partir du modèle original du CC. Ensuite, nous présentons les tenants et aboutissants du débat qui oppose ces perspectives. Finalement, nous précisons comment notre recherche à propos de l'instantanéité de la construction de la réponse s'inscrit dans ce débat.

2.1 Historique du développement du changement conceptuel

Le champ de recherche que constitue le CC repose principalement sur les travaux de Jean Piaget. Sa contribution majeure, le constructivisme, propose une idée originale : les enfants pensent d'une manière différente des adultes. Contrairement à l'empirisme de David Hume ou au rationalisme dont Descartes est le penseur emblématique, cette nouvelle perspective attribue une certaine valeur à la pensée naïve. Le constructivisme ouvre donc la voie à l'étude de la transformation de la pensée naïve vers l'expertise, une trajectoire qui sera plus tard incarnée par le changement conceptuel.

Vers 1980, les chercheurs en psychologie développementale et expérimentale ont analysé cette pensée naïve pour en dégager les conceptions primitives (Potvin, 1998). Par exemple,

l'idée que « le chaud et le froid sont différentes choses » est une conception primitive bien connue. Tant en Europe (Viennot, 1979; Tiberghien, 1980; Driver, 1973) qu'aux États-Unis (Hawkins, 1978; Clement, 1982; Minstrell, 1982; McCloskey, 1983), on s'attarde à dénicher et à caractériser les conceptions primitives, qu'on appelle également « alternative conceptions » (Novak *et al.*, 1994), « naïve theories », « alternative frameworks », « naïve beliefs », « préconceptions » (Nussbaum et Novick, 1982), « conceptions naïves » (Weller, 1995), « préscientifiques » (Clement, 1993) et « misconceptions » (Guzetti, Snyder et Glass, 1993). Tout au long de ce texte, nous utiliserons l'expression francophone « conception primitive » (Potvin, 1998), somme toute assez neutre, pour désigner toutes les conceptions qui doivent faire l'objet d'un CC pour s'accorder avec les conceptions scientifiques socialement acceptées.

La diversité des expressions désignant les conceptions primitives témoigne du foisonnement des recherches entreprises dans les années 1975 à 1985 qui avaient pour objectif de reconnaître et de caractériser ces conceptions primitives, et ce, dans plusieurs domaines. Il n'est pas surprenant que dès 1988, Pfundt et Duit¹⁵ produisent une revue de littérature recensant des centaines d'études portant sur ces conceptions primitives. En rétrospective, on constate que l'inventaire des conceptions primitives a pavé la voie au premier modèle du CC.

2.2 Modèle original du changement conceptuel

Emboîtant le pas au constructivisme de Piaget et en s'inspirant de l'épistémologie des sciences (Kuhn, 1962), le modèle original du CC (Posner *et al.*, 1982) repose sur l'idée que les élèves, comme les scientifiques, « [...] maintain current ideas unless there are good (rational) reasons to abandon them.¹⁶ » (diSessa, 2006, p. 271) Leur modèle propose qu'il peut y avoir un changement conceptuel si quatre conditions sont respectées : (1) si les

¹⁵ En date du 23 mars 2009, Reinders Duit publiait une version définitive de sa bibliographie de 8400 références à propos des conceptions des étudiants et des enseignants.

¹⁶ [...] conservent leurs idées actuelles sauf s'il y a de bonnes raisons rationnelles de les abandonner (trad. libre).

conceptions primitives ne sont plus satisfaisantes à l'égard de la réalité et (2) si la nouvelle conception proposée est intelligible, (3) plausible et (4) féconde. En plus de proposer un mécanisme innovateur, les auteurs du modèle original mettent en garde la communauté de recherche : le modèle rationnel proposé est épistémologique et ne correspond pas à une réalité psychologique directe (diSessa, 2006). Ce processus original demeure une simplification de l'apprentissage des concepts scientifiques.

2.3 Polarisation des nouveaux modèles du changement conceptuel

Pour mieux rendre compte de la difficulté qu'éprouvent les élèves à comprendre certains concepts scientifiques et à revoir leurs conceptions primitives, la communauté de recherche a par la suite multiplié les efforts pour établir de nouveaux modèles du CC. Certains chercheurs se sont intéressés au « rythme » du CC. Ainsi, Legendre (2007) s'appuie principalement sur les travaux de Piaget (1976), Bachelard (1960) et Vygotski (1997) pour supporter l'idée que le CC met en jeu une dynamique de rupture et de continuité :

(La transformation des représentations préalables des élèves) comporte une part de rupture, liée à l'écart entre le savoir savant, socialement institué, et le savoir quotidien, élaboré à travers nos expériences quotidiennes. Mais elle suppose aussi une part de continuité, puisque tout apprentissage prend nécessairement appui sur les connaissances antérieures. (p.293)

D'autres observateurs ont polarisé les nouveaux débats entre les partisans de la perspective « knowledge-in-pieces » et ceux de la perspective « theory-theory »; certains ont polarisé l'étude du CC du point de vue de la cohérence de la structure cognitive (cohérente ou fragmentée?). Dans une synthèse récente (2007), Özdemir et Clark ont su dégager deux perspectives du CC qui se rejoignent en partie, mais qui adoptent également certaines positions différentes : il s'agit des perspectives « Knowledge-as-elements » (KAE) et « Knowledge-as-theory » (KAT).

2.4 Perspective « Knowledge-as-theory » (KAT)

Les premières théories dites « de la cohérence » ont été publiées dans l'esprit du constructivisme, de la quête des conceptions primitives et du modèle rationnel proposé par Posner *et al.* (1982). Ces théories prennent également racines dans l'épistémologie des sciences.

En effet, dans son livre *La structure des révolutions scientifiques* (1962), Kuhn soutient que la science progresse par bonds au cours desquels s'effectue un changement de paradigme. Par exemple, la révolution copernicienne de l'astronomie correspond à un changement du paradigme géocentrique vers un paradigme héliocentrique. Les deux paradigmes sont qualifiés d'incommensurables, c'est-à-dire que la nouvelle théorie ne peut tout simplement pas être exprimée dans les anciens termes. Bien que peu de chercheurs aient directement transposé ces idées à l'apprentissage d'une personne, on reconnaît malgré tout l'influence qu'à exercée la philosophie des sciences sur la perspective KAT.

DiSessa nomme cette perspective « *theory theory* » (la « théorie de la théorie »), et affirme que leur postulat de départ est que : « [...] children or beginning students have theories in very much the same sense that scientists have them.¹⁷ » (diSessa, 2006, p. 271) Les contributions précoces qu'ont apportés McCloskey et Carey à cette perspective ainsi que les contributions plus récentes de Vosniadou et de Chi sont brièvement abordées dans les paragraphes qui suivent.

Les recherches de McCloskey (1983, p. 299) en physique mécanique l'amenèrent à affirmer que « [...] people develop on the basis of their everyday experience remarkably well-articulated naive theories of motion.¹⁸ » Selon lui, la physique naïve est un ensemble de

¹⁷ [...] les enfants ou les élèves débutants ont des théories dans le même sens que celles des scientifiques (trad. libre).

¹⁸ [...] les gens développent, sur la base de leurs expériences quotidiennes, des théories du mouvement qui sont particulièrement bien articulées (trad. libre).

théories scientifiquement inexactes, mais qui demeurent cohérentes. Les conclusions de McCloskey ont été très influentes auprès de la communauté de recherche.

Les études de Carey (1985, 1999) dans le domaine de la biologie l'ont amenée à défendre une position semblable à propos du CC : « The restructuring can be thought as the emergence of a new theory (an intuitive biology) from its parent theory (an intuitive theory of animal behavior).¹⁹ » (Carey, 1985, p.8)

Tandis que McCloskey et Carey sont des adhérents précoces de la perspective KAT, Vosniadou (2002) est plutôt une partisane modérée et plus nuancée de la perspective KAT. En 2002, elle affirmait que la physique naïve :

[...] is neither a collection of unstructured knowledge elements nor a collection of stable misconceptions that need to be replaced, but rather a complex conceptual system that organises children's perceptual experiences and information they receive from the culture into coherent explanatory frameworks that make it possible for them to function in the physical world. (Ioannides et Vosniadou, 2002, p. 61)²⁰.

Plus récemment, Vosniadou, Vamvakoussi et Skopeliti (2008, p.4) ont réitéré leur position en faveur d'un modèle privilégiant la théorie comme mode cohérent d'organisation des connaissances : « At the heart of our theoretical approach is the idea that initial explanations of the physical world in naive physics are not fragmented observations but form a coherent whole, a *framework theory*.²¹ »

Chez Vosniadou *et al.*, les connaissances antérieures constituent à la fois des obstacles et des appuis sur lesquels les cadres d'explications s'élaborent. Lorsque les connaissances reçues

¹⁹ La restructuration peut être considérée comme l'émergence d'une nouvelle théorie (une biologie intuitive) à partir d'une théorie apparentée (une théorie intuitive du comportement animal) (trad. libre).

²⁰ [...] n'est ni une collection d'éléments de connaissance déstructurés ni une collection de conceptions erronées stables qui doivent être remplacées, mais plutôt un système conceptuel complexe qui organise les expériences sensorielles des enfants et l'information qu'ils reçoivent de la culture en un cadre d'interprétation cohérent qui les rend aptes à fonctionner dans le monde physique (trad. libre).

²¹ Au coeur de notre approche théorique est l'idée que les explications initiales naïves du monde physique ne sont pas des observations fragmentées, mais forment un ensemble cohérent, un *cadre théorique* (trad. libre).

par l'instruction ou par l'expérience entrent en conflit avec le cadre d'explication en place chez l'apprenant, celui-ci assimile quand même l'information, ce qui crée un déséquilibre à cause du manque de cohérence. La dernière étape consiste à résoudre graduellement ce manque de cohérence interne en procédant à une révision des connaissances antérieures. En résumé, le modèle de Ioannides et Vosniadou (2002, p.74), « synthetic meaning », implique que : « Children construct a narrow but coherent explanatory framework that guides the process of acquiring knowledge about the physical world from early on. ²²»

Comme Vosniadou, Micheline Chi s'inscrit dans la perspective KAT puisqu'elle considère que les conceptions primitives sont cohérentes et constituent les éléments de base de la structure cognitive. Selon la perspective envisagée par Chi (1992; 2002), les conceptions primitives doivent être remplacées ou réparées par des conceptions appropriées. Les connaissances antérieures sont des obstacles à l'apprentissage qui doivent être surmontés pour que l'élève se construise un modèle mental scientifiquement valable. Parmi les conceptions primitives, Chi distingue les conceptions erronées des préconceptions qui sont plus faciles à éliminer ou à réparer. Les conceptions erronées, qui persistent malgré l'enseignement, seraient des conceptions primitives associées à de mauvaises catégories et le changement conceptuel consisterait à rectifier l'association entre les conceptions et les catégories : « Conceptual change is merely the process of reassigning or “shifting” a miscategorized concept from one “ontological” category to another “ontological” category.²³ » (Chi et Roscoe, 2002, p.4) La perspective de Chi est du côté « de la cohérence » parce qu'elle considère que les élèves possèdent initialement des modèles mentaux.

En résumé, la perspective KAT repose sur l'idée que les élèves construisent inconsciemment des structures de connaissances cohérentes semblables à des théories : « [...] learners at any given time maintain a small number of well-developed coherent naïve theories based on their

²² Les enfants construisent en bas âge un cadre d'explication étroit, mais cohérent qui guide le processus d'acquisition des connaissances au sujet du monde physique (trad. libre).

²³ Le changement conceptuel est simplement le procédé de réarrangement ou de changement d'un concept mal catégorisé d'une catégorie ontologique vers une autre catégorie ontologique (trad. libre)

everyday experiences and that these theories have explanatory power to make consistent predictions and explanations across significant domains.²⁴ » (Özdemir et Clark, 2007, p. 354)

La prochaine section présente la nature et la structure des connaissances naïves selon les acteurs de la perspective KAE.

2.5 Perspective « Knowledge-as-elements » (KAE)

La perspective KAE, bien que moins répandue que KAT, rejoint plusieurs chercheurs qui soutiennent qu'il existe une variété d'éléments plutôt indépendants qui jouent un rôle à un moment du cheminement vers l'expertise.

Cette position commence à s'établir dès 1972 alors que Toulmin publie *Human Understanding*. Dans son livre, non seulement Toulmin rejette l'idée de la systématité des paradigmes défendue par Kuhn dix ans auparavant, mais il argumente également contre la systématité des théories chez les individus. Il emprunte également à l'écologie l'expression « écologie conceptuelle » pour désigner la variété et la complexité des éléments qui constituent un concept, terme qu'il considère d'ailleurs galvaudé : « The term concept is one that everybody uses and nobody explains – still less defines.²⁵ » (Toulmin, 1972, p.8)

Inspirés par Toulmin, les auteurs du modèle original Strike et Posner ont repris l'expression « écologie conceptuelle », qu'ils considèrent cohérente avec leur modèle, et la définissent comme suit :

²⁴ [...] les apprenants maintiennent en tout temps un petit nombre de théories naïves cohérentes et bien développées qui sont basées sur leurs expériences quotidiennes et ces théories possèdent un pouvoir explicatif pour faire des prédictions logiques et pour produire des explications dans les domaines concernés (trad. libre).

²⁵ Le terme concept en est un que tout le monde utilise et que personne n'explique – et encore moins le définit (trad. libre).

[...] a conceptual ecology consists of such cognitive artifacts as anomalies, analogies, metaphors, epistemological beliefs, metaphysical beliefs, knowledge from other areas of inquiry, and knowledge of competing conceptions.²⁶ (Strike et Posner, 1992, p.150)

DiSessa est favorable à l'idée d'une écologie conceptuelle. Il entrevoit également la complexité des changements qu'elle doit subir pour qu'un CC ait lieu : « [...] a conceptual ecology approach involves hypothesizing that conceptual change involves a large number of diverse kinds of knowledge, organized and re-organized into complex systems.²⁷ » (2002, p.29). Pour diSessa (1996 ; 1998 ; 2005), cette écologie conceptuelle est constituée de concepts, de modèles mentaux et de « coordination classes », mais également, à un niveau plus fondamental, les « phenomenological primitives (ou p-prims) », les « nominal facts », les « narratives » et les ainsi que d'autres entités indéfinies.

Pour d'autres auteurs, les éléments apparentés aux intuitions sont appelés « facets » (Minstrell, 1982, 1989; Minstrell et Stimpson, 1996) « fast and frugal heuristics » (Gigerenzer *et al.*, 1999), « intuitive rules » (Stavy et Tirosh, 2000), « habitudes mentales automatiques » (Fischbein, 1994) ou encore « core intuitions » (Brown, 1993). Ensemble, ces éléments constituent « l'écologie conceptuelle » des élèves (diSessa, 2002, 2006) où les entités cognitives sont emboîtées les unes dans les autres, et ce, sur plusieurs niveaux (« Multilevel nesting of multiple cognitive types » (diSessa, 2006, p.275)).

Minstrell (1982) et diSessa (1983) ont été les premiers à défendre l'idée que les connaissances étaient organisées en plusieurs éléments différents, un modèle que diSessa (1988) appelle « knowledge in pieces » (connaissances en morceaux). À la base de ce système, il y a une collection d'éléments induits par l'interaction avec le monde physique : ce sont les primitives phénoménologiques (p-prims) qui présentent les propriétés suivantes :

²⁶ [...] une écologie conceptuelle consiste en quelques objets cognitifs tels que les anomalies, les analogies, les métaphores, les croyances épistémologiques, les croyances métaphysiques, les connaissances provenant d'autres domaines d'investigation et les connaissances de conceptions concurrentes. (trad. libre)

²⁷ [...] l'approche de l'écologie conceptuelle implique l'hypothèse que le changement conceptuel implique un grand nombre d'une variété de connaissances, organisées et réorganisées en systèmes complexes. (trad. libre)

P-prims are explanatory primitive, provide people with their sense of which events are natural, which are surprising, and why. P-prims are many, loosely organized and sometimes highly contextual, so the word “theory” is highly inappropriate. P-prims are hypothesized to play many productive roles in learning physics²⁸. (DiSessa, 2006, p. 274)

Ainsi, les éléments qui se situent à un niveau subconceptuel (niveau plus fondamental que celui du concept) sont très sensibles au contexte. À l’instar des p-prims, les règles intuitives (Stavy et Tirosh, 2000, p.85) sont activées de façon contextualisée :

The essential claim of the intuitive rules theory is that human responses are determined mainly by irrelevant external features of the tasks, not by related concepts and ideas. That human responses should rely mainly on irrelevant external factors, rather than on the accepted scientific framework or on alternative conceptions related the specific concept, is hard to accept. This book, therefore, provides many examples, in the hope that they will lead the reader to the inevitable realization that, indeed, specific external features of given tasks activate intuitive rules and determine our responses.²⁹

En résumé, les chercheurs qui supportent la perspective KAE considèrent que la structure des connaissances est composée d’une multitude d’éléments (« *multiplicity* ») de niveau d’abstraction variable (« *grain size* ») et très sensibles au contexte (« *contextuality* ») qui sont activés et reliés selon les situations : « Novices spontaneously connect and activate these knowledge pieces according to the relevance of the situation.³⁰ » (Özdemir et Clark, 2007, p. 355)

²⁸ Les p-prims sont des éléments primitifs explicatifs qui aident les gens dans leur perception des événements, qu’ils soient naturels ou surprenants. Les p-prims sont de nombreux éléments faiblement organisés et très dépendants du contexte de sorte que le mot “théorie” est hautement inapproprié pour les décrire. On fait l’hypothèse que les p-prims exercent plusieurs rôles productifs en physique (trad. libre).

²⁹ La position essentielle de la théorie de la règle intuitive postule que les réponses des humains sont déterminées principalement par des facteurs extérieurs à la tâche et non par des concepts ou des idées. Il est difficile d’accepter que les réponses des humains reposent principalement sur des facteurs extérieurs à la tâche plutôt que sur un cadre scientifique ou sur une conception alternative relié à un concept spécifique. Ce livre, toutefois, présente plusieurs exemples, dans l’espoir d’amener le lecteur à l’inévitable constat que les caractéristiques extérieures à la tâche vont en effet activer les règles intuitives et déterminer nos réponses (trad. libre).

³⁰ Les novices relient et activent spontanément ces pièces de connaissance selon la pertinence de la situation (trad. libre).

2.6 Convergence entre les perspectives

On peut établir trois rapprochements entre les perspectives en ce qui a trait aux caractéristiques des connaissances naïves : l'importance des expériences quotidiennes, l'influence des connaissances naïves lors de l'apprentissage et la résistance des connaissances naïves aux changements.

Premièrement, on reconnaît l'allégeance constructiviste des deux perspectives puisqu'elles admettent l'influence qu'exercent les expériences quotidiennes, l'exposition aux phénomènes naturels et les événements de la vie sur l'organisation de la structure des connaissances : « There is general agreement in the science education and cognitive development literature that by the time children go to school they have acquired considerable knowledge about the physical world (a naive physics).³¹ » (Ioannides et Vosniadou, 2002) Il est donc nécessaire de découvrir comment sont organisées les connaissances de l'élève avant de le faire cheminer vers l'expertise.

Deuxièmement, il découle de cette exposition naturelle de l'enfant à son monde physique environnant la mise en place d'une variété de connaissances naïves déjà bien implantées avant son entrée à l'école. En conséquence, les deux perspectives conçoivent qu'il faut considérer l'existence de ces connaissances naïves qui prévalent avant tout apprentissage scolaire. Selon la perspective KAT, les connaissances antérieures que possèdent les élèves sont souvent des conceptions primitives erronées (*misconceptions*). Ces conceptions primitives erronées, incompatibles avec les conceptions scientifiques admises, feront l'objet d'une révision lors de l'apprentissage. Les processus de changement conceptuel diffèrent d'un auteur à l'autre, mais tous s'entendent sur l'importance capitale de la structure de

³¹ Il existe un consensus en sciences de l'éducation et dans la littérature sur le développement cognitif à l'effet que les élèves entrant à l'école possèdent déjà un bagage de connaissance étendu au sujet du monde physique (une physique naïve) (trad. libre).

connaissance qui est en place chez le sujet en situation d'apprentissage (Ioannides et Vosniadou, 2002)³².

Troisièmement, les partisans des deux perspectives considèrent que les connaissances naïves, qui proviennent des expériences quotidiennes, sont résistantes aux stratégies d'enseignement conventionnelles (Özdemir et Clark, 2007). Alors que le modèle original du CC (Posner *et al.*, 1982) envisageait que les conceptions primitives allaient être révisées par accommodation, en présence d'une conception plus efficace, les modèles plus récents tiennent compte du caractère généralement robuste (Novak, 1994) des connaissances naïves. Par extension, le changement conceptuel est généralement reconnu pour être long et graduel (diSessa, 2006; Vosniadou, Vamvakoussi et Skopeliti, 2008). Toutefois, l'humain n'est-il pas doté de la capacité d'apprendre? Si une personne entretient une conception primitive qui est erronée, pourquoi tiendrait-elle à la conserver? Selon la perspective KAE, la multitude des éléments (« *multiplicity* ») en jeu et l'étendue de leurs domaines d'application (« *span of applicability* ») expliquent pourquoi les conceptions primitives scientifiquement erronées seraient en fait appropriées dans certains contextes : « [...] conceptual change is more difficult because, used in the proper context, many intuitive ideas will be productive *in normative physics* as well; they are constituents of correct science.³³ » (diSessa, 2008, p.44) Selon diSessa, la robustesse des conceptions primitives s'explique par l'idée que les intuitions sous-jacentes à ces conceptions sont valables dans d'autres contextes. Ainsi, on ne peut occulter l'importante question de la nature même de la connaissance pour expliquer la robustesse des connaissances naïves et leur résistance aux changements.

Bien qu'il existe certains rapprochements entre les deux perspectives, plusieurs différences persistent. La prochaine section met en évidence quelques-unes de ces différences.

³² « There is general agreement in the science education and cognitive development literature that by the time children go to school they have acquired considerable knowledge about the physical world (a naive physics) that exerts significant influence on subsequent learning and particularly on the learning of science. »

³³ [...] le changement conceptuel est plus difficile parce que, utilisées dans le bon contexte, plusieurs idées intuitives vont être productives en *physique normative*; elles sont des composantes de la science correcte (trad. libre).

2.7 Divergences entre les perspectives

Les deux perspectives proposent des modèles dont l'épistémologie se distingue selon trois plans : sur le plan des propriétés des connaissances naïves (leur nature), sur le plan de l'organisation (leur structure) du système de connaissance préconisé et sur le plan de l'évolution (le processus) du CC vers l'expertise.

2.7.1 Divergences relatives à la nature des connaissances naïves

La première différence entre les deux perspectives concerne la nature même des connaissances naïves. Les unités de base (ou entités de base) de la connaissance constituent le cœur de chaque modèle du CC. En effet, pour décrire le changement conceptuel, il est crucial de définir ce qui fait l'objet de ce changement.

Comme nous l'avons vu précédemment, les partisans de la perspective KAT conçoivent que les connaissances naïves sont constituées de croyances, de conceptions, de théories spécifiques, de modèles mentaux ou de significations.

Les auteurs soutenant la perspective KAE ne résument pas toute la complexité de la connaissance à une seule unité de base. On peut rappeler leur position comme suit : une connaissance naïve est constituée d'une panoplie d'éléments tels les p-prims, les règles intuitives, les habitudes mentales automatiques, mais aussi, à un niveau de complexité supérieur, les conceptions et les classes de coordination. Ensemble, ces éléments constituent une écologie conceptuelle.

Ainsi, les chercheurs des deux perspectives ne s'entendent pas à propos des caractéristiques des unités de base de la connaissance : leur abondance, leur niveau de complexité et leur description. Selon diSessa (2008), il faut en effet plus qu'une phrase ou deux – comme le font certains chercheurs de la perspective KAT, dont Ioannides et Vosniadou (2002, p.37) –

pour caractériser des connaissances naïves qui peuvent parfois être très dépendantes du contexte : « Coherence advocates appear to think that (very roughly speaking) a paragraph of natural language text, or a few compact principles (each a sentence or two in length), suffices.³⁴ »

En somme, il n'existe actuellement pas de consensus à propos de la nature des connaissances naïves³⁵.

2.7.2 Divergences relatives à la structure des connaissances

La seconde différence entre les deux perspectives découle de la première et relève de la structure (niveaux d'organisation) des connaissances intuitives.

La plupart des théories proposées par les partisans de la perspective KAT sont généralement organisées en deux niveaux qui sont emboîtés : les entités (qui correspondent aux unités de base de la connaissance) et les systèmes qui les encadrent (diSessa, 2006).

Ainsi, pour Carey (1985), les entités sont les « concepts » et les « croyances » et ces entités font partie d'un système supérieur, la « théorie intuitive ». Par exemple, la croyance que « les humains sont des animaux » repose sur deux concepts, les « humains » et les « animaux », et s'inscrit dans le cadre d'une théorie intuitive plus large à propos des vivants. Selon Carey, les croyances sont faciles à changer; par contre, ce sont les concepts mêmes avec lesquels s'expriment ces croyances qui sont plus difficiles à changer.

Pour Ioannides et Vosniadou (2002), les entités sont des constructions théoriques appelées « théories spécifiques », « modèles mentaux » ou « significations (*meanings*) » et le système

³⁴ Les partisans de la cohérence semblent croire (en simplifiant grossièrement) qu'un paragraphe de texte ou quelques principes énoncés succinctement (en une phrase ou deux) suffisent (trad. libre)

³⁵ « It is puzzling and ironic, given it's centrality, that no consensus exists on this issue. » (diSessa, 2008, p.35)

qui les gouverne est un « cadre théorique (*framework theories*) » vague, mais tenace. Ainsi, le concept de Terre s'inscrit dans un cadre théorique plus large relevant de la physique naïve d'une personne :

[...] the initial concept of the earth is embedded within a larger, framework theory of physics, forming a complex construction which is supported by a whole system of observations, beliefs and presuppositions constituting a relative coherent and systematic explanatory structure.³⁶ (Vosniadou, Vavakoussi et Skopeliti, 2008, p.8)

Pour Chi (2008, p.67), les « croyances » et les « modèles mentaux » sont les entités emboîtées dans des catégories de niveau supérieur, les « ontologies » :

An organized collection of individual beliefs can be viewed as forming a mental model. A mental model is an internal representation of a concept (such as *earth*), or an inter-related system of concepts (such as the *circulatory system*) that corresponds in some way to the external structure that it represents.³⁷

Par exemple, les élèves qui croient que la chaleur est une chose (l'hiver, on entendrait l'expression : « ferme la porte, la chaleur va sortir ») et non un concept abstrait entretiennent une croyance difficile à renverser puisqu'elle repose sur une ontologie très différente.

Le tableau 2.1 qui suit rassemble et organise, en deux niveaux de hiérarchie, les entités et les systèmes tel qu'envisagé par trois adhérents de la perspective KAT.

³⁶ [...] le concept initial de la Terre est emboîté dans un cadre théorique de la physique plus large, formant une construction complexe qui est supportée par tout un système d'observations, de croyances et de présuppositions constituant une structure explicative systématique et relativement cohérente (trad. libre).

³⁷ On peut considérer qu'une collection organisée de croyances individuelles forme un modèle mental. Un modèle mental est une représentation interne d'un concept (comme le concept de *Terre*), ou un système interrelié de concepts (comme le *système circulatoire*) qui correspond en quelque sorte à la structure externe qu'il représente (trad. libre).

Tableau 2.1
Structure des connaissances en deux niveaux

Auteurs →	Carey (1985)	Ioannides et Vosniadou (2002)	Chi (2008)
Organisation ↓			
Système	Théorie intuitive	Cadre théorique	Ontologies
Entités	Croyances et concepts	Théories spécifiques, modèles mentaux, significations	Croyances et modèles mentaux

Comme nous l'avons vu, la perspective KAT implique forcément une structure gouvernante (le « système ») qui guide le novice dans ses prédictions et ses explications des phénomènes dans plusieurs domaines. Cette structure présente donc forcément une certaine cohérence. Par exemple, les cadres théoriques (« *framework theories* ») de Ioannides et Vosniadou (2002) sont des structures relativement cohérentes même chez le novice. Vosniadou, Vamvakoussi et Skopeliti (2008, p.xv) récapitulent la position des partisans de la perspective KAT au sujet de la cohérence : « The word “theory” is used by most researchers to denote a structure consisting of a relatively coherent body of domain specific knowledge that is characterized by a distinct ontology and a causality and can give rise to prediction and explanation.³⁸ »

Les adhérents à la perspective KAE préconisent, quant à eux, une organisation complexe en plusieurs niveaux : « A distinctive characteristic of this view of conceptual change is multilevel nesting of multiple cognitive types : p-prims are nested in coordination classes – along with mental models and other entities – constitute the “conceptual ecology” of students.³⁹ » (diSessa, 2006, p. 275) Les entités dont il est question sont alternativement appelées « pieces » (de l'expression *knowledge in pieces*, diSessa, 1988) ou « éléments » (dans « Knowledge-as-elements », KAE). Ils ne répondent pas d'une structure gouvernante supérieure comme dans le cas des théories KAT. Ils sont quasiment indépendants et

³⁸ Le mot « théorie » est utilisé par la plupart des chercheurs pour dénoter une structure consistant en un ensemble relativement cohérent de connaissances spécifiques à un domaine et qui se caractérise par une ontologie et une causalité distincte et qui peut produire des prédictions et des explications (trad. libre).

³⁹ Une caractéristique distinctive de cette perspective du changement conceptuel est l'emboîtement en plusieurs niveaux de plusieurs entités cognitives : les p-prims sont emboîtées dans les classes de coordination (concepts), et les classes de coordination – accompagnées de modèles mentaux et d'autres entités – constituent l'écologie conceptuelle des élèves (trad. libre).

faiblement reliés dans un réseau conceptuel étendu (Özdemir et Clark, 2007). Les intuitions telles que décrites par Fischbein (1994, p.173) s'inscrivent dans ces éléments de l'écologie conceptuelle et présentent les attributs suivants :

« Intuitions [...] are so deeply rooted in the architecture of our mental schemas that they appear to the subject to be self-consistent, self-evident representations. They are structured so as to offer a maximum stability, robustness and intrinsic credibility.⁴⁰ »

On peut présumer que leur usage est donc plus transversal, c'est-à-dire que les éléments pourraient jouer un rôle dans plusieurs contextes d'apprentissage. C'est du moins ce qu'affirment Stavy et Tirosh (2000, p.2) à propos des entités qu'elles appellent « règles intuitives (*intuitive rules*) ». Ainsi, la règle intuitive « plus de A entraîne plus de B (*More A-More B*) » qu'elles proposent pourrait être au cœur même de plusieurs conceptions différentes : « [...] *conceptions, apparently related to specific domains, are actually only specific instances of the use of this rule.*⁴¹ (en italique dans le texte) »

La perspective KAE reposant sur une écologie d'éléments plutôt indépendants, la cohérence des prévisions et des explications que produisent les novices se limite à des contextes spécifiques (*Contextually sensitive*, Özdemir et Clark, 2007) dans des domaines restreints de connaissance. Il est alors préférable de parler de systématisme local plutôt que de cohérence. Comme les novices possèdent un système de connaissance riche et capable de générer de nouvelles explications (*rich and generative*, diSessa, 2007), les chercheurs adhérant à la perspective KAE sont en mesure de développer des modèles qui peuvent rendre compte des réponses les plus inattendues :

⁴⁰ Les intuitions [...] sont tellement profondément ancrées dans l'architecture de nos représentations mentales qu'elles semblent aller de soi pour le sujet. Elles sont structurées de manière à assurer une stabilité maximale, une robustesse et une crédibilité intrinsèque (trad. libre).

⁴¹ Les conceptions, apparemment reliées à des domaines spécifiques, sont en fait des manifestations spécifiques de l'utilisation de cette règle (trad. libre).

Do children always say things that are aligned with descriptions of their intuitive ideas, or, in contrast, is it easy to ask questions about slightly different situations that elicit different responses ? A fair amount of my empirical work demonstrates circumstances and questions that elicit answers that cannot be covered by the kind of sparse descriptions of naïve ideas offered by coherence advocates.⁴² (diSessa, 2008, p. 38)

Pour diSessa (2006; 2008), la question de la cohérence est importante, mais pour l'aborder, il faut préciser la structure de la connaissance. Par structure, on entend l'organisation des éléments de connaissance dans l'écologie conceptuelle du novice, leur interaction et leur systématique. Ainsi, diSessa (1993; 2002; 2005) a déjà proposé une structure détaillée appelée « *knowledge-in-pieces* » pour rendre compte de l'architecture des connaissances en physique naïve. Autrement dit, la question de la cohérence ne peut pas être abordée sans que la structure des connaissances soit éclaircie, sans quoi le débat est sans issue : « While coherence is a vague word, one important core meaning has inherently to do with relations ; that is, the meaning of coherence requires an articulation of structure.⁴³ » (diSessa, 2008, p.38)

En résumé, les perspectives KAT et KAE envisagent des structures de la connaissance naïve qui diffèrent en ce qui a trait aux niveaux d'organisation et, par ricochet, au niveau de cohérence de ces connaissances naïves.

2.7.3 Divergences relatives au processus du changement conceptuel

La troisième différence entre les deux perspectives concerne le rythme du CC : est-ce que les conceptions sont transformées ou remplacées au gré des apprentissages, à l'image des révolutions scientifiques décrites par Kuhn (1962), ou bien les changements présentent-ils une évolution plus progressive?

⁴² Est-ce que les enfants disent des choses qui sont toujours alignées avec les descriptions de leurs idées intuitives ou, au contraire, est-il facile de poser des questions au sujet de situations légèrement différentes pour mettre à jour différentes réponses ? Une grande partie de mes travaux démontre que, pour plusieurs questions et dans plusieurs circonstances, les réponses produites ne sont pas prévues par les descriptions brèves des idées naïves qu'en font les partisans de la cohérence (trad. libre).

⁴³ Alors que la cohérence est un mot vague, sa signification fondamentale a forcément à voir avec les relations ; c'est-à-dire que la signification de la cohérence exige une articulation de la structure (trad. libre).

Bien qu'ils demeurent nuancés, les modèles des partisans de la perspective KAT préconisent un changement « en bloc » (« *holistic and dramatic* » (Özdemir et Clark, 2007)) de sorte que la cohérence est conservée. Par exemple, Chi (2002, p.25) soutient que : « [...] conceptual change is the process of shifting concepts across ontological boundaries. This reassignment process is believed to be simple and straightforward, analogous to linking or associating a concept with different category.⁴⁴ »

Selon la perspective KAE, l'apprentissage implique l'ajout, le retrait ou la modification des éléments de connaissance ou des relations en place de sorte qu'il est possible que des idées contradictoires coexistent dans l'écologie conceptuelle (Özdemir et Clark, 2007). L'apprentissage correspond alors à une réorganisation lente, graduelle et complexe de l'écologie conceptuelle de l'élève pour qu'elle s'accorde davantage aux conceptions socialement acceptées (ex. : conceptions scientifiquement valables). Wiser et Smith (2008, p.207) sont d'avis qu'il faut effectivement revoir la réorganisation des éléments subconceptuels pour amorcer un changement conceptuel : « Conceptual change undoubtedly involves reorganization of subconceptual elements and progressive shifts in cueing priorities [...] »⁴⁵

Le tableau 2.2 qui suit permet de comparer les éléments qui se rejoignent ainsi que les éléments qui diffèrent entre les perspectives KAE et KAT. Il constitue une synthèse de ce qui a été présenté plus haut.

⁴⁴ [...] le changement conceptuel est le processus de transfert d'un concept au-delà des frontières ontologiques. Ce processus de réarrangement est simple et direct, de façon analogue à l'appariement ou à l'association d'un concept à une catégorie différente (trad. libre).

⁴⁵ Le changement conceptuel implique sans doute une réorganisation des éléments subconceptuels et des modifications en ce qui a trait à leur priorité d'appel.

Tableau 2.2
 Comparaison des perspectives « Knowledge-as-elements » (KAE) et
 « Knowledge-as-theory » (KAT)

Éléments convergents	
Les élèves acquièrent leurs connaissances grâce aux expériences quotidiennes. Les connaissances naïves des élèves influencent leurs apprentissages subséquents. Une grande partie des connaissances naïves est résistante aux changements. Le changement conceptuel est donc un processus lent.	
Éléments divergents	
KAT	KAE
Les connaissances naïves sont bien organisées en théories, schèmes ou sous la forme de cadres.	Les connaissances naïves sont une collection d'éléments de connaissance presque indépendants.
Par leur cohérence, les connaissances naïves possèdent le pouvoir explicatif pour interpréter les situations s'étendant sur plusieurs domaines.	Il y a une application cohérente dans le temps pour des contextes individuels et on retrouve une certaine systématique, mais la sensibilité au contexte reste très élevée.
L'accent est mis sur le remplacement révolutionnaire des connaissances naïves d'une manière similaire aux paradigmes de la science (Kuhn, 1962). En tout temps, il y a une cohérence significative entre les idées.	Le changement conceptuel met l'accent sur une évolution de la révision, de l'amélioration et de la réorganisation. Plusieurs idées conflictuelles peuvent coexister à tout moment.
Les explications impliquent la création de modèles mentaux chapeautés par les cadres théoriques ou des catégories ontologiques.	Les explications impliquent des p-prims et d'autres éléments appartenant à l'écologie conceptuelle de l'élève et sont surtout activées par le contexte.

D'après Özdemir et Clark, 2007, p.355⁴⁶

2.8 Trois études à propos du concept de force

Les positions théoriques des chercheurs reposent bien entendu sur des observations issues d'entretiens avec des élèves. Ainsi, Ioannides et Vosniadou (2002) ont mené une étude auprès de 105 élèves grecs afin de vérifier si leurs explications à propos du concept de force relevaient davantage d'une structure cohérente ou fragmentée. Les chercheurs ont utilisé leur propre méthode de codification pour en arriver aux résultats suivants : la plupart des enfants (88,6 %) utilisent un petit nombre d'interprétations du concept de force et ces interprétations

⁴⁶ Un diagramme synthèse est présenté en annexe 1

sont bien définies et cohérentes. Autrement dit, l'analyse de leurs résultats leur permet de soutenir la perspective KAT.

Deux ans plus tard (2004), les Américains diSessa, Gillespie et Esterly ont publié un article dans lequel ils ont présenté les résultats de leur étude qui consistait en une réplique presque intégrale de l'étude de Ioannides et de Vosniadou. Les différences entre les deux études concernent le nombre et la provenance des sujets, mais également la méthode de codification. DiSessa et son équipe ont utilisé une grille d'analyse qui laissait moins de place à l'interprétation de la part des codeurs. Leurs résultats contredisent ceux des chercheurs grecs :

All in all, we argue that, with a greater attention to contextuality and with an appropriate broad specification of the meaning of a concept like force, Ioannides and Vosniadou's claims to have demonstrated coherence seem strongly undermined.⁴⁷ (diSessa *et al.*, 2004, p. 843-844)

En effet, ces chercheurs ont noté un taux de cohérence de 17 % concernant l'utilisation du concept de force. À la lumière de leurs résultats, les chercheurs américains sont plus prudents dans leurs affirmations : « While these results are strongly in favor of "fragmentation", they surprised us.⁴⁸ » (diSessa *et al.*, 2004, p.883) Ils soutiennent que leurs résultats témoignent d'une structure cognitive fragmentée (KAE), mais présentent une certaine systématisme.

Gokhan Ozdemir et Douglas Clark sont les deux auteurs de la synthèse sur les deux perspectives concurrentes, KAE et KAT. Suite à la parution de l'article des chercheurs américains, ils ont décidé de reprendre l'étude intégralement, mais en comparant les deux méthodes d'analyse des équipes précédentes. Leur étude montre que :

⁴⁷ En définitive, nous soutenons que la démonstration de la cohérence par Ioannides et Vosniadou est fortement compromise lorsqu'on porte une plus grande attention au contexte ainsi qu'à une caractérisation appropriée du concept de la force (trad. libre).

⁴⁸ Bien que ces résultats soient fortement favorables à la fragmentation, ils nous ont surpris (trad. libre).

The levels of consistency demonstrated by students in the current study are somewhat higher than the levels reported by diSessa, Gillespie, and Esterly according to both coding schemes, but are closer overall to the levels reported by diSessa, Gillespie, and Esterly than to the levels reported by Ioannides and Vosniadou.⁴⁹ (Ozdemir et Clark, 2009, p.570)

En combinant les méthodes d'analyse des équipes américaines et grecques, Ozdemir et Clark ont enregistré un niveau de cohérence de 36 %. Ces résultats soutiennent la prépondérance de la fragmentation sur la cohérence. Prudents, les auteurs nuancent cependant leur interprétation et proposent quelques explications pour rendre compte de la variabilité des résultats. Entre autres, ils attribuent la variabilité des résultats à la différence de langage des sujets, à l'interprétation des codeurs (« coding scheme »), aux modalités d'expérimentation ainsi qu'à d'autres facteurs contextuels (système d'éducation, signification culturelle du concept de force, etc.). Bref, les résultats varient d'après les contextes dans lesquels ont été menées les études.

Compte tenu des différences entre les deux perspectives et de la nature apparemment insaisissable de la connaissance, il nous apparaît important d'ancrer notre quête d'information dans le discours réel de nos sujets. Dès lors, la caractérisation de la construction de la réponse d'un sujet devient notre porte d'entrée sur la structure cognitive en place chez chacun d'entre eux.

2.9 Des indicateurs de la structure cognitive en jeu

Sur le plan pratique et pour un contexte précis, les chercheurs qui tentent de vérifier si l'écologie conceptuelle d'un sujet s'apparente davantage à KAE ou à KAT doivent posséder des moyens pour discriminer les deux types de modèles. C'est ce que Southerland et ses partenaires ont réussi à faire en 2001 alors qu'ils ont rencontré en entrevue 96 élèves américains de quatre niveaux différents dans le but de vérifier si leurs explications de trois

⁴⁹ Dans cette étude, le niveau de cohérence retrouvé chez les étudiants est supérieur au niveau rapporté par diSessa, Gillespie et Esterly, considérant les deux schèmes de codification, mais reste plus près de leur niveau que de celui rapporté par Ioannides et Vosniadou (trad. libre).

phénomènes biologiques (adaptation, évolution et croissance) témoignaient d'une structure cognitive cohérente ou fragmentée (« *Conceptual Frameworks or P-Prims?* »). Pour arriver à déterminer laquelle des deux théories du changement conceptuel était la plus efficace pour rendre compte de la structure cognitive en jeu chez l'élève, l'équipe de chercheurs a retenu deux caractéristiques des réponses des sujets pouvant être expliquées par une organisation de type KAE. Nous nous sommes inspirés de ces deux indicateurs pour outiller notre recherche.

Premièrement, les réponses des élèves sont souvent hésitantes (« *tentativeness* »). En anglais, Southerland *et al.* reconnaît des réponses hésitantes aux formules typiques : « I guess », « I don't know, but maybe it's... ». En français, on entendrait peut-être « je ne sais pas trop, mais... », « hmm, peut-être que... » ou d'autres formules qui dénotent un manque de certitude. Les résultats que les chercheurs ont obtenus en interrogeant des élèves au sujet de phénomènes d'adaptation biologiques montrent que les explications hésitantes sont fréquentes (voir tableau 2.3)

Tableau 2.3
Hésitations dans les explications à l'intérieur d'un passage de l'entrevue

Niveau	Nombre d'explications hésitantes	%
2 ^e année (24 élèves)	18	18,8 %
5 ^e année (24 élèves)	42	43,8 %
8 ^e année (24 élèves)	42	43,8 %
12 ^e année (24 élèves)	45	46,8 %

* Note : nombre total de sujets rencontrés = 96

D'après Southerland *et al.*, 2001, p.337

Ici, il faut noter qu'un passage désigne une partie de l'entretien qui ne concerne qu'une seule question. Comme quatre questions ont été posées à chaque élève, il y a donc eu 96 passages pour chaque niveau. En 8^e année par exemple, les 24 élèves ont hésité lors de 42 explications (sur un total de 96 explications) portant sur quatre questions différentes, pour un taux d'hésitation de 43,8 %.

Deuxièmement, les sujets changent parfois de catégories d'explications (« *shifting explanations* ») durant l'entretien. Par exemple, si un élève produit une justification *téléologique* pour rendre compte d'un phénomène d'adaptation biologique et, plus tard, fait appel à une justification *anthropomorphique* pour un phénomène semblable, ses explications seraient qualifiées de « changeantes » (*shifting*). Étant donné le contexte spécifique de l'étude de Southerland *et al.*, les catégories d'explication comparées « anthropomorphic », « teleological », « mechanistic proximate », « mechanistic ultimate », « predetermined », « don't know » et « blended » (Southerland *et al.*, 2001, p.332) ne sont pas applicables dans la présente recherche. En effet, notre contexte d'étude porte sur l'étude de phénomènes physiques dont les explications n'appartiennent pas aux mêmes catégories ontologiques que les phénomènes d'ordre biologique.

Selon Southerland *et al.* (2001, p. 343), les réponses hésitantes et les changements de catégories d'explications sont révélatrices d'un réseau conceptuel fragile : « The alternative and shifting conceptions that were documented combined with the extreme tentativeness of responses [...] certainly suggest that students' conceptual frameworks in this area are not only unscientific, but that they are also poorly constructed.⁵⁰ »

Pour Southerland *et al.*, il ne fait aucun doute que les réponses hésitantes et changeantes des élèves s'expliquent par un modèle reposant sur une organisation fragmentée des connaissances. D'ailleurs, dans la section « discussion » de leur article, Southerland et ses collaborateurs présentent une articulation du lien entre l'instantanéité de la construction de la réponse (« *constructed on the spot* ») et la perspective théorique « *knowledge in pieces* » envisagée par diSessa (1998) :

⁵⁰ Les conceptions alternatives et changeantes qui ont été documentées ainsi que les réponses extrêmement hésitantes [...] suggèrent certainement que les cadres conceptuels des étudiants sont, dans ce domaine, non scientifiques et faiblement construits (trad. libre).

Using this hypothesis (i.e. « *knowledge in pieces* »), students' explanations are understood to be fluid because they are constructed on the spot, in direct response to the very particular cues of the biological phenomenon and the interview questions. Thus, students' explanations might not be an exclusive reflection of ill-formed-but-existing conceptions; rather, they are spontaneous constructions. Using this theory, students are not thought to hold preformed, static conceptual frameworks for all topics. Instead, they construct understandings and generate explanations based upon the p-prims activated by the specific characteristics of the phenomena and situation in question. Using this theoretical lens, it is not that students hold poorly constructed, incoherent conceptual frameworks, but that they have no formal, pre-existing framework for this topic. Instead, students are understood to spontaneously reason from core intuitions.⁵¹ (Southerland *et al.*, 2001, p. 343)

Rappelons que pour diSessa (2007, p.554), l'idée que les réponses des élèves soient hautement sensibles au contexte constitue un argument supplémentaire pour justifier sa quête de l'invariance des connaissances à un niveau plus élémentaire que celui du concept : «[...] I have argued that invariance forces a reconceptualization of knowledge to a "subconceptual" level in order to account for apparent contextual dependencies in the way students reason about physical systems.⁵² »

2.10 Insuffisance des indicateurs d'instantanéité proposés par Southerland et al.

Comme Southerland *et al.*, nous reconnaissons que les changements d'explications ainsi que les hésitations sont deux indicateurs d'une structure cognitive fragmentée telle que décrite par la perspective KAE. Cependant, ces deux caractéristiques ne sont pas directement

⁵¹ En utilisant cette hypothèse, on comprend que les explications des élèves sont fluides parce qu'elles sont construites instantanément, en réponse directe aux caractéristiques des phénomènes biologiques présentés et aux questions d'entrevue. Conséquemment, les explications des élèves pourraient s'expliquer autrement que par l'existence de conceptions erronées : elles seraient des constructions spontanées. En utilisant cette théorie, on ne considère pas que les élèves possèdent un cadre conceptuel préformé et statique pour tous les domaines, on considère plutôt qu'ils se construisent une interprétation et génèrent des explications en se basant sur des p-prims qui sont activées par les caractéristiques du phénomène étudié et selon la situation particulière. Selon cette lentille théorique, les élèves ne possèdent pas un cadre conceptuel faiblement construit ou incohérent : ils n'ont pas de cadre formel préexistant du tout pour ce sujet. On considère que les élèves raisonnent spontanément à partir d'intuitions fondamentales (trad. libre).

⁵² [...] J'ai argumenté l'idée que l'invariance nous force à reconceptualiser la connaissance à un niveau "sous-conceptuel" afin de pouvoir rendre compte de l'apparente dépendance au contexte dans la façon dont les élèves raisonnent au sujet des systèmes physiques (trad. libre).

transférables à l'étude de la construction de la réponse de sujets exposés à des phénomènes contre-intuitifs de changement de phase.

En effet, les catégories d'explications envisageables sont plus nombreuses et moins bien définies que dans le cas des phénomènes biologiques présentés aux sujets de Southerland *et al.* De plus, la détection des hésitations pose un problème puisqu'il est difficile de distinguer une hésitation significative d'une hésitation non significative.

Par ailleurs, il nous semble que ces deux indicateurs d'instantanéité souffrent d'un manque de sensibilité au contexte dans lequel s'opère la construction instantanée de la réponse. Ainsi, le strict dénombrement des hésitations d'un sujet ne permet pas de comprendre la cause de ses hésitations. Les indicateurs proposés par Southerland *et al.* sont donc peu sensibles aux aspects contextuels et évolutifs de la construction de la réponse.

En plus de manquer de sensibilité au contexte, les deux indicateurs ne rendent pas bien compte de la richesse des types de constructions instantanées de réponses. Il nous semble qu'à eux seuls, les deux indicateurs ne permettent pas une analyse fine des caractéristiques qui font qu'une réponse a été construite instantanément : le sujet a-t-il produit cette réponse à défaut d'en avoir une meilleure? Est-elle basée sur une intuition qui en fait une réponse autosuffisante? Pour quelle raison le sujet a-t-il hésité? Une étude plus approfondie de l'instantanéité de la construction semble donc plus appropriée.

Les deux indicateurs ne tiennent pas davantage compte de la position du sujet à l'égard de ses explications. Pourtant, les raisons qui justifient la construction instantanée d'une réponse peuvent être nombreuses : le sujet peut changer d'explication parce qu'il considère sa première explication incohérente, partielle ou bien parce qu'après réflexion il n'y adhère plus. En demandant au sujet de se prononcer sur ses déclarations, il devient possible de mieux caractériser la construction de sa réponse.

Notons également qu'en misant exclusivement sur les indicateurs « *tentativeness* » et « *shifting explanation* », certaines constructions instantanées passent inaperçues. Les

déclarations autosuffisantes construites instantanément et qui relèvent d'intuitions intériorisées risquent de passer « sous le radar ». Il en va de même pour les réponses formulées instantanément sans grande conviction, mais sans hésitations manifestes. En somme, les deux indicateurs manquent de sensibilité pour certains types de réponses construites instantanément.

Les deux indicateurs manquent également de sensibilité à la stabilité des réponses des sujets. Ainsi, une affirmation A peut être d'abord délaissée par un sujet *puis* remplacée par une explication B; une autre affirmation C peut être comparée à une affirmation D concurrente *avant* d'être délaissée. Dans les deux cas, ces situations seraient considérées comme des changements d'explication. Cependant, dans l'optique d'une analyse minutieuse de la construction de la réponse, ces deux scénarios sous-tendent des itinéraires cognitifs différents.

Ainsi, plusieurs raisons nous amènent à reconnaître l'insuffisance des indicateurs d'instantanéité de Southerland *et al.* pour détecter des constructions instantanées de réponses. La prochaine section présente un autre outil d'analyse du discours que nous avons utilisé lors d'une analyse préliminaire de nos données et qui, lui aussi, présente certaines limites.

2.11 Un outil d'analyse du raisonnement mécanique proposé par Russ et al.

Comme nous l'avons vu, les indicateurs d'instantanéité de Southerland *et al.* (2001) ne sont pas directement applicables à notre recherche. Entre autres, les catégories correspondant aux changements d'explications ne sont pas appropriées pour notre objet d'étude. Nous avons donc cherché une alternative à ces catégories. Nous avons trouvé une codification du raisonnement mécanique (Russ *et al.*, 2008), inspirée de l'épistémologie des sciences, qui prenait la forme d'un outil d'analyse du raisonnement mécanique. Dans les lignes qui suivent, nous présentons cet outil et nous montrons quelle a été sa place dans l'établissement d'un nouvel outil d'analyse.

L'outil proposé par Russ *et al.* (2008) présente une codification en neuf catégories d'explications, des plus simples aux plus complexes : 1- description du phénomène ciblé, 2- identification des conditions de départ, 3- identification des entités, 4- identification des activités, 5- identification des propriétés des entités, 6- identification de l'organisation des entités, 7- enchaînements, 8-analogies et 9-modèles animés. À chacune des catégories correspond une description qui permet d'analyser le raisonnement mécanique d'un sujet de façon à en dégager la structure. Par exemple, un sujet confronté à une situation en physique mécanique telle « le frottement dans une montagne russe » pourrait commencer par décrire le phénomène ciblé (1) avant d'identifier les entités en jeu (3), de parler de leurs propriétés (5) et de montrer comment ces entités interagissent pour entraîner telles ou telles conséquences (7).

Nous avons utilisé cet outil d'analyse lors de l'analyse préliminaire des données transcrites. Cette analyse préliminaire avait pour objectif de vérifier si l'outil de Russ *et al.* nous permettait d'identifier et de situer efficacement les changements d'explications chez les sujets. Cette analyse ne répondait pas directement à un des objectifs de notre recherche qui ont finalement été retenus, mais a plutôt constitué une étape d'exploration préalable qui s'est avérée utile dans l'établissement du nouvel outil de caractérisation de l'instantanéité de la construction de la réponse que nous avons ensuite proposé.

Nous avons utilisé l'outil de Russ *et al.* de la façon suivante : en analysant le discours des sujets à l'aide de cet outil et en cherchant les moments où ces sujets changeaient d'explication à l'intérieur d'une même catégorie, nous espérions dégager des situations où le sujet se trouvait en pleine construction instantanée d'une réponse. Autrement dit, nous avons cherché à reprendre l'idée de Southerland de cibler les changements d'explications pour vérifier si la structure cognitive s'apparentait davantage à KAE ou KAT; cette fois-ci en empruntant à Russ *et al.* des catégories de raisonnement mécanique.

Cependant, l'outil d'analyse de Russ *et al.* est davantage adapté pour des situations où des sujets dévoilent leurs explications « mécaniques » (non téléologiques) au sujet d'un phénomène en particulier. En ce qui concerne notre devis de recherche, nous avons constaté

qu'il est difficile d'utiliser une telle catégorisation des explications produites conséquemment à l'exposition à des phénomènes contre-intuitifs de changements de phase. En effet, les explications des sujets se positionnent souvent à mi-chemin entre deux catégories ou manquent de clarté pour se qualifier dans une catégorie. D'autres explications présentaient un caractère téléologique. Les catégories proposées par Russ *et al.* ne nous permettaient donc pas de détecter les changements de catégories.

L'analyse des données à l'aide de la codification du raisonnement mécanique de Russ *et al.* nous a permis de cibler, au cours des entretiens d'explicitation, plusieurs passages susceptibles de présenter des caractéristiques d'instantanéité. En analysant à nouveau les données, nous avons dégagé les six critères de reconnaissance des déclarations précaires. Ces critères, issus de nos données, demeurent des propositions qui devront être validées par d'autres recherches.

2.12 La déclaration précaire

Notre objectif étant de vérifier si la construction de la réponse présente des caractéristiques d'instantanéité, il devient crucial de recourir à des caractéristiques d'instantanées qui sont bien définies tout en étant assez souples pour être utilisables auprès de différents sujets présentant différents itinéraires cognitifs. Nous avons donc choisi de remodeler les caractéristiques révélatrices de l'instantanéité de la construction de la réponse d'un sujet que proposaient Southerland *et al.* Le concept opérationnel que nous proposons est celui de la « déclaration précaire ».

Nous définissons le concept de déclaration précaire comme suit : « type de réponse qui a été construite instantanément de telle sorte que sa formulation présente des indices trahissant des incertitudes conceptuelles ». La déclaration précaire peut prendre la forme d'une explication, d'une justification ou d'une hypothèse. Autrement dit, la déclaration précaire n'est pas

associée à une construction syntaxique particulière. Elle constitue généralement une réponse assez courte : de quelques mots à quelques phrases.

La déclaration précaire est avant tout un outil d'analyse du discours puisqu'il permet la reconnaissance de certains patrons de réponses à travers les propos des sujets. La déclaration précaire permet également de modéliser la construction de la réponse lorsque celle-ci est construite *instantanément*, contrairement à un outil d'analyse du discours *réfléchi*⁵³ qui caractériserait plutôt les enchaînements logiques.

La déclaration précaire est reconnue à travers les propos des sujets grâce à six critères. Dans le chapitre intitulé « Résultats et analyse », ces critères sont définis et des exemples tirés des entretiens d'explicitation sont présentés et analysés.

2.13 La déclaration précaire et l'instantanéité de la construction de la réponse

Il est difficile de démontrer directement qu'une réponse puisse être construite instantanément. En effet, comment distinguer si la sollicitation des « ressources cognitives » s'effectue selon le modèle KAT ou KAE? Pour répondre à cette question, nous avons procédé à une argumentation *a contrario*⁵⁴ : si on admet que la déclaration précaire invalide KAT, elle valide donc KAE, le modèle qui s'y oppose.

Notre définition des déclarations précaires ainsi que les six critères qui permettent de les reconnaître réfèrent à des *incertitudes conceptuelles* plutôt qu'à une *construction* instantanée. En effet, il faut se rappeler que le concept de déclaration précaire sera le fruit d'une analyse des données brutes, et ce qui est remarquable au sein de ces données, ce sont les hésitations, les contradictions, les affirmations « gratuites », les changements radicaux de point de vue. Ce sont ces particularités des entretiens qui ont permis de reconnaître les sujets en pleine

⁵³ Voir l'outil de codification du raisonnement mécanique de Russ *et al.* (2008) dans la section 2.11

⁵⁴ Argument qui consiste à dire que si un phénomène appelle un jugement, alors le phénomène inverse doit entraîner le jugement inverse.

construction instantanée de leur réponse. Nous postulons donc que puisque les déclarations sont précaires, elles ne sont pas des constructions réfléchies; elles sont donc l'inverse : des constructions instantanées.

2.14 Résumé du cadre conceptuel

On reconnaît deux perspectives du CC qui diffèrent en ce qui concerne la nature des connaissances, la structure des connaissances et le changement de l'organisation de ces connaissances subséquentes à l'apprentissage. Étant donné ces différences, les deux perspectives sont polarisées dans un débat entre la cohérence et la fragmentation des connaissances. À l'instar de Southerland *et al.*, nous ciblerons des indicateurs d'instantanéité dans le discours des sujets qui seront exposés à des phénomènes contre-intuitifs de changement de phase. Ces indicateurs prendront la forme de déclarations précaires et nous permettrons de vérifier si les connaissances des élèves se situent du côté de la cohérence (KAT) ou de la fragmentation (KAE). Nous postulons qu'au moment où ils produisent des déclarations précaires, la perspective KAE est plus appropriée que la perspective KAT pour rendre compte de l'organisation du système de connaissance des élèves confrontés à ces phénomènes contre-intuitifs de changement de phase.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Au cours de ce troisième chapitre, nous aborderons les différents aspects méthodologiques de la présente recherche. Nous verrons comment la technique d'entretien d'explicitation peut assurer une cueillette de données qualitatives directement en lien avec l'instantanéité de la construction de la réponse. C'est également dans ce chapitre que nous présenterons les conditions d'expérimentation, les questions proposées aux sujets et une réflexion didactique propos du concept de changement de phase.

3.1 Rappel de l'objectif de la recherche

Le cadre méthodologique retenu doit permettre de vérifier si la construction de la réponse d'un élève observant un phénomène contre-intuitif de changement de phase peut être qualifiée « d'instantanée ». Dans le chapitre précédent, nous avons caractérisé un type de réponse construite instantanément (inspiré de Southerland *et al.*, 2001) : la déclaration précaire. Nous soutenons que la prépondérance de déclarations précaires dans le discours d'un sujet appuie la perspective théorique « Knowledge-as-elements ».

3.2 Position épistémologique de la recherche

À la lumière de cet objectif, il est convenu de préciser si cette recherche est de nature vérificatoire ou exploratoire. Cette question est importante puisque les deux types de recherches ne fournissent pas le même type de réponse à la question de recherche. Une recherche vérificatoire permet d'infirmer ou de confirmer une hypothèse par une méthodologie similaire aux travaux dans le domaine étudié. Une recherche exploratoire est innovatrice dans son angle d'approche de la problématique et ne produit pas de réponses aussi tranchées.

Notre recherche appartient davantage au type exploratoire pour deux raisons. Premièrement, notre contexte d'étude de la construction de la réponse des élèves fait intervenir différents phénomènes contre-intuitifs de changement de phase. Or, les réactions des sujets face à de tels phénomènes ne sont pas déjà connues et il n'existe, à notre connaissance, aucune recherche ayant utilisé ce contexte précis. Deuxièmement, pour confirmer ou infirmer l'hypothèse que les élèves construisent instantanément leurs réponses, procédant ainsi à une recherche de nature vérificatoire, il faudrait recourir à un seuil qui indiquerait les caractéristiques d'instantanéité minimalement requises pour trancher entre les réponses construites instantanément et celles qui ne le sont pas. Or, il n'existe pas de tel seuil. Cette question sera abordée à nouveau dans le chapitre portant sur la discussion des résultats.

3.3 Les contextes d'applicabilité

Les recherches visant à préciser les modèles du CC doivent tenir compte du contexte dans lequel s'opère le changement conceptuel; c'est ce que recommande diSessa (2006) : « The body of research on intuitive physics often reveals sensitive dependance on problem context,

on framing of questions, on modality (viewing, drawing, enacting), and so on.⁵⁵ » (diSessa, Gillespie et Esterly, 2004, p. 279)

Étant donné l'importance du contexte dans l'investigation de l'écologie conceptuelle des sujets, nous avons retenu différents scénarios où les sujets observeront des phénomènes réels de changement d'état de la matière. Nous considérons qu'il est important que le phénomène se produise réellement devant le sujet pour s'assurer d'un maximum d'authenticité dans la construction de sa réponse.

3.4 Formulations instantanées des réponses

Pour comparer les perspectives KAE et KAT, il est nécessaire d'accéder par un moyen indirect à la structure cognitive en place chez le sujet. Les critères de reconnaissance des déclarations précaires que nous avons retenus sont des caractéristiques de la réponse que le sujet élabore lorsqu'il tente d'expliquer le phénomène observé. Nous avons donc analysé les réactions spontanées des sujets suite à l'observation de phénomènes contre-intuitifs.

En ayant recourt aux techniques de l'entretien d'explicitation (Vermersch, 1994), une technique qui sera présentée en détail dans la section suivante, nous avons guidé les sujets vers leur position de parole incarnée. En procédant de cette façon, nous pouvons espérer obtenir des réponses authentiques et spontanées. En invitant le sujet à expliciter l'itinéraire cognitif qu'il emprunte dans l'élaboration de ses explications, il devient possible de vérifier le pouvoir prédictif des perspectives KAE et KAT.

Nous émettons l'hypothèse qu'une réponse construite instantanément est le reflet d'une structure mentale fragmentée. L'instantanéité de la construction de la réponse (Potvin, 2007) ne correspond pas à la vitesse de la formulation verbale de la réponse. L'instantanéité fait

⁵⁵ Les recherches en physique intuitive révèlent souvent une dépendance sensible au contexte dans lequel s'inscrit le problème, à la structure des questions, aux modalités (observation visuelle, dessin, engagement), etc (trad. libre).

plutôt référence à l'idée qu'il n'existerait pas toujours une réponse avant la question, une sorte de « spontanéité ». La question déclencherait parfois la structuration de la pensée à partir d'un ensemble fragmenté. Potvin (2007, p. 363) exprime cette idée que les élèves construisent fréquemment leurs réponses de façon instantanée :

Il n'est pas exclu que l'élève produise parfois des réponses sur la base de conceptions solidement ancrées dans son esprit, mais il est clair qu'il arrive aussi très souvent – et peut-être même la plupart du temps – qu'il se contente de fabriquer « séance tenante » de petits heuristiques temporaires et jetables (i.e. facilement « oubliables ») et généralement assez efficaces pour solutionner les difficultés (scolaires et autres) qui se présentent à lui; une sorte de « constructivisme instantané ».

Wiser et Smith (2008, p.206) croient également que les élèves bricolent des réponses sur demande : « [...] the literature on students' beliefs about conservation of weight and matter, and about molecules and atoms, gives plenty of evidence for the context dependency of students' assertions and for explanations being constructed on the spot during interviews.⁵⁶ »

Lors de l'analyse des entretiens d'explicitation, nous tenterons de détecter la présence des indices de déclarations précaires.

3.5 L'entretien d'explicitation

Pour arriver à déterminer si les réponses produites par les sujets sont des constructions instantanées à partir d'éléments (par exemple, des p-prims) presque indépendants (KAE) ou des réponses s'appuyant sur des modèles mentaux cohérents (KAT), il faut recourir à une technique d'entrevue où le sujet sera amené à dévoiler verbalement son itinéraire cognitif au moment même où il observe le phénomène contre-intuitif : c'est l'entretien d'explicitation.

⁵⁶ [...] la littérature à propos des croyances des élèves concernant la conservation de la masse et de la matière, et au sujet des molécules et des atomes, présente beaucoup de preuves montrant que les affirmations des sujets dépendent du contexte et que les explications peuvent être construites instantanément durant les entretiens.

L'entretien d'explicitation est une technique développée par Pierre Vermersch (2003) qui, à l'origine, servait plus particulièrement à étudier les procédures de travail dans l'action irréfléchie. Toutefois, cette technique a déjà été utilisée avec succès dans l'investigation de l'itinéraire cognitif de sujets de niveau secondaire (Potvin et Thouin, 2003; Potvin, 2005; Masson, 2005). Elle est inspirée de la technique de l'entretien non directif de Rogers. L'entretien d'explicitation est apparenté à l'entretien clinique (« clinical interview »), une technique qui présente aussi :

[...] the ability to collect and analyze data on mental processes at the level of a subject's authentic ideas and meanings, and to expose hidden structures and processes in the subject's thinking that could not be detected by less open-ended techniques.⁵⁷ (Clement, 2000, p.547)

La technique de l'entretien d'explicitation, lorsqu'elle est adaptée à l'épistémologie comme dans le cas qui nous intéresse, permet à l'intervieweur de guider le sujet interrogé en position de parole incarnée (Vermersch, 2003). On peut reconnaître qu'un sujet est en position de parole incarnée grâce à certains indicateurs : décrochage du regard, ralentissement du rythme de parole, la congruence du verbal et du non verbal. Les signes non verbaux sont souvent plus fiables que les informations verbales :

Dans tous les cas, il est important de se souvenir qu'il est judicieux de donner priorité à l'information non verbale. En effet, dans la mesure où elle est une communication en grande partie non consciente d'elle-même, elle constitue une communication non intentionnelle qui a moins de chance d'être travestie que le contenu verbal. (Vermersch, 2003, p.62)

L'intervieweur doit guider un sujet vers la position de parole incarnée puisqu'il est rare qu'un sujet soit déjà entraîné à verbaliser une procédure mentale inconsciente ou automatique. Ainsi, si on demandait à un grutier professionnel comment il opère sa grue en coordonnant efficacement tous les mécanismes de contrôle, il serait sans doute incapable de rendre compte de ce qui se passe dans sa tête. Il devrait être guidé dans son évocation des étapes

⁵⁷ [...] la capacité de faire la collecte et l'analyse des données à propos de processus mentaux au niveau des idées authentiques et des significations des sujets, et de dévoiler des structures et des processus de la pensée des sujets qui n'auraient pas pu être détectés par des techniques moins souples (trad. libre).

inconscientes qui mènent à l'action. Nous proposons a priori qu'il en aille de même pour les itinéraires cognitifs dont le but est la production d'explications.

L'intervieweur doit maîtriser la technique de guidage pour que le sujet explicite sa pensée. Par exemple, l'intervieweur peut ralentir son rythme de parole, ce qui a pour effet de faciliter l'accès à l'expérience interne pour le sujet. Il peut aussi demander au sujet de spécifier le contexte dans lequel s'applique le phénomène étudié. Finalement, il peut utiliser le langage ericksonnien, une façon de « parler à l'autre de son vécu, sans le nommer » (Vermersch, 2003). Les reformulations ericksonniennes sont des relances qui n'introduisent pas de nouvelles informations et qui visent à alimenter la réflexion en position de parole. Ainsi, un intervieweur habile pourrait susciter la réflexion en intervenant au bon moment :

Sujet : « on dirait que le liquide pétille... »

Intervieweur « ... et qu'est-ce que tu te dis quand tu penses à ça ? »

Il pourrait également faire écho aux déclarations du sujet en répétant ses derniers mots :

Sujet : « peut-être que dans le cas du liquide froid les particules bougent ensemble »

Intervieweur : « ... les particules bougent ensemble... »

Dans ces dialogues fictifs, on voit que l'intervieweur évite toute suggestion ou tout commentaire qui risqueraient d'entraîner un changement d'explication.

Il est approprié de prendre des notes écrites durant l'entretien d'explicitation. En effet, si l'élève sent que l'intervieweur accorde de la valeur à ce qu'il dit, il ne sera pas tenté de changer d'explication, réduisant alors un des biais : « [...] some experienced interviewers prefer to take their own notes because they believe that recorders inhibits interviewees while note-taking provides assurance that what they are saying valued the interviewer.⁵⁸ » (White et Gunstone, 1992, p.86). De plus, le fait de prendre des notes ralentit le tempo de l'entretien, ce

⁵⁸ [...] certains intervieweurs expérimentés préfèrent prendre leurs propres notes parce qu'ils croient que les systèmes d'enregistrement inhibent les sujets tandis que la prise de note leur donne confiance que ce qu'ils disent est important pour l'intervieweur (trad. libre).

qui constitue une stratégie en entretien d'explicitation pour tendre vers la position de parole incarnée. La consignation écrite des signes non verbaux importants pourra également servir à interpréter l'information enregistrée à l'aide du magnétophone (audio). Un enregistrement vidéo aurait pu être utile pour l'analyse des signes non verbaux après l'entretien, mais nous ne disposions pas des moyens techniques nécessaires.

En définitive, nous avons choisi d'utiliser la technique d'entretien d'explicitation parce qu'elle permet de mieux comprendre l'itinéraire cognitif des sujets lorsqu'ils sont guidés en position de parole incarnée. Il s'agit, à notre avis, d'une technique tout à fait adaptée à notre objectif de recherche, moyennant certaines précautions dont il a été question.

3.6 Le concept à l'étude : les changements de phase

Dans le cas de notre recherche, les situations de changement de phase retenues sont l'ébullition de l'azote liquide et la sublimation de la glace sèche (dioxyde de carbone solide). Dans les paragraphes qui suivent, nous verrons de quelle manière ces phénomènes seront abordés durant l'entretien d'explicitation, quelles en sont les explications scientifiques acceptées et pour quelles raisons ces phénomènes sont difficiles à comprendre. Nous verrons également à quoi on peut s'attendre comme réponses de la part des sujets et pourquoi il s'agit d'un phénomène pertinent à étudier.

3.6.1. La présentation et l'observation des phénomènes de changement de phase

Au cours de l'entretien d'explicitation, les sujets observeront successivement deux phénomènes de changements de phase. Le premier concerne la sublimation et le second, l'ébullition.

En premier lieu, les sujets observeront un bécher (nommé et identifié « B ») contenant du dioxyde de carbone (glace sèche) dont l'état de la matière passe de solide à gazeux. Ce passage direct se nomme la sublimation. Un autre bécher « A » contenant de la glace lui sera présenté au même moment. En apercevant les deux béchers, les sujets remarqueront que la glace sèche est plus blanche, que les morceaux sont plus petits et qu'il y a plus de vapeur au-dessus du bécher. Après environ cinq minutes, ils remarqueront également la présence de givre autour du bécher B. Il est possible qu'ils observent de l'eau liquide (uniquement dans le fond du bécher A).

Lors de la deuxième partie de l'entretien, c'est un bécher d'azote « B » en pleine ébullition que les sujets auront à comparer avec un bécher d'eau « A » bouillante déposé sur une plaque chauffante. La préparation du bécher B se fera à leur insu dans une pièce voisine, mais ils entendront le pétilllement dès que l'intervieweur approchera avec le bécher d'azote liquide en le manipulant avec des gants de protection. Les sujets pourront aisément constater qu'une vapeur blanche s'échappe rapidement du bécher et que la paroi du contenant devient givrée rapidement. Il est possible que certains sujets remarquent que le volume du liquide diminue rapidement. D'autres sujets remarqueront que la surface noire de la table devient givrée à son tour.

3.6.2 Les explications scientifiques

Pour rendre compte du comportement de la glace sèche, il faut maîtriser certaines connaissances relevant à la fois de la chimie et de la physique. L'explication scientifique est complexe : la glace sèche (CO_2) étant un composé différent de la glace (H_2O), les liens inter moléculaires qui existent à l'intérieur du cristal se brisent lorsque le solide est chauffé et les liaisons ne possèdent pas suffisamment d'énergie pour que l'état liquide soit stable à la pression atmosphérique normale. Sa température de fusion est par conséquent plutôt basse : $-78,48^\circ\text{C}$.

Le second phénomène contre-intuitif de changement de phase, l'ébullition de l'azote à -196°C , s'explique également par des théories physico-chimiques relatives à l'énergie intra- et inter-moléculaires des molécules de diazote, mais qui s'appliquent ici au passage d'un liquide à l'état gazeux. Dans une pièce normale, l'azote reçoit suffisamment d'énergie thermique pour qu'il passe rapidement à l'état gazeux. Ce faisant, l'air autour du contenant est refroidi. La vapeur d'eau au-dessus du bécher se condense sous la forme de bruine; par condensation solide, de la vapeur d'eau forme également du givre sur la paroi du bécher.

Il est normal que les élèves de première secondaire ne maîtrisent pas ces explications. Par conséquent, on peut s'attendre à ce que les élèves construisent différentes explications pour rendre compte du comportement de l'azote. Rappelons ici que ce n'est pas tant l'explication elle-même que le mécanisme d'élaboration de cette explication qui est visé.

3.6.3 Les difficultés de compréhension des phénomènes

Les deux phénomènes qui sont présentés aux sujets sont difficiles à expliquer pour deux raisons apparentées : les substances se comportent de façon inattendue (d'où le caractère « contre-intuitif » du phénomène) et les élèves ne détiennent pas les connaissances nécessaires pour en rendre compte. On peut donc dire que la transposition didactique se fait difficilement du savoir savant au savoir enseigné.

Ainsi, le premier phénomène de changement de phase, la sublimation de la glace sèche, est contre-intuitif dans le sens où on s'attend intuitivement à ce qu'un solide ressemblant à de la glace se comporte comme telle, c'est-à-dire qu'il fonde à la température de la pièce. En ce qui concerne l'azote liquide, c'est la présence de la vapeur froide et de givre autour du bécher qui surprend le sujet : il ne s'attend pas à ceci d'un liquide bouillonnant, son repère habituel étant celui de l'eau bouillante. Il survient alors un choc entre ce qui est perçu par les sens et ce qui prévalait dans la mémoire événementielle, à propos du comportement de substances semblables.

Les sujets novices observeront ces phénomènes contre-intuitifs et seront amenés à formuler des explications valables pour en rendre compte. Étant du niveau de première secondaire, ils ne seront pas en mesure d'expliquer comment des substances pures peuvent se comporter de telle façon, l'explication scientifique n'ayant jamais fait l'objet d'un enseignement formel. La compréhension du concept même de « matière » exige la compréhension de concepts apparentés : « The concept of matter does not develop in isolation but rather in close interaction with the concepts of weight, density, mass, and material kind and, later on, with the concepts of atoms and molecules.⁵⁹ » (Wiser et Smith, 2008, p.206) Il ne faut pas s'attendre à une maîtrise de l'ensemble de ces concepts chez un élève de 12 ans.

Pour les élèves, ces phénomènes sont donc difficiles à expliquer. On peut également qualifier le comportement de l'azote liquide et du dioxyde de carbone solide dans l'air de contre-intuitif, c'est-à-dire qu'il entraîne un résultat différent de celui auquel on peut s'attendre.

3.6.4. Les explications attendues

En observant le comportement des substances présentées, on peut s'attendre à ce que les élèves fassent des liens avec leurs expériences passées. Par exemple, il est possible que certains élèves aient déjà entendu les expressions « glace sèche » et « azote liquide ». Il ne serait donc pas étonnant d'entendre des explications inspirées de ces expressions, par exemple : « la glace sèche est tellement gelée qu'elle est sèche ».

On peut également s'attendre à ce que des sujets en réfèrent au mode de préparation des substances pour rendre compte de leur comportement : utilisation d'un « supercongélateur », réaction chimique spéciale, congélation longue ou rapide. En ce qui concerne la nature des substances, certains sujets parleront de « produits chimiques », de « glace artificielle », de « sorte d'eau » ou encore d'un « gaz naturel gelé ». Les expressions peuvent varier. Il ne sera

⁵⁹ Le concept de matière ne se développe pas seul, mais en interaction avec les concepts de poids, de masse, de densité, de sorte de matière et, plus tard, avec les concepts d'atomes et de molécules (trad. libre)

donc pas étonnant de retrouver des traces d'une relation « à des phénomènes extraordinaires correspondent des propriétés extraordinaires ».

On peut s'attendre à ce que plusieurs sujets s'attardent davantage à l'aspect perceptible du phénomène plutôt qu'au changement de phase en tant que tel. L'air froid, le givre et l'aspect général des substances seront plus importants dans la genèse de l'explication que le passage d'un état de la matière à un autre. La représentation de la matière repose en effet davantage sur ces indices concrets : « Unlike its scientific counterpart, the core of the concepts in children's intuitive theory of matter is perceptually base : An entity is material (made of some stuff) if it can be touched and seen.⁶⁰ » (Wiser et Smith, 2008, p.212). Certains sujets seront donc tentés d'approcher leurs mains des béciers d'azote et de glace sèche ou de s'approcher pour voir de plus près.

3.7 Échantillon d'expérimentation

Les bases empiriques de cette recherche reposent principalement sur une série de sept entretiens d'explicitation auprès de sept garçons, déterminés au hasard, mais volontaires, de premières secondaires (du cheminement régulier) d'une école privée de garçons de Sherbrooke.

Parmi les sujets rencontrés, quatre d'entre eux étaient des élèves appartenant aux classes de l'intervieweur tandis que les trois autres le reconnaissaient comme un membre du personnel enseignant à l'école. Dans la section suivante, nous verrons les dispositions retenues pour s'assurer que les entretiens soient menés dans un climat de confiance sans toutefois être voilés par la relation maître-élève conventionnelle.

⁶⁰ Contrairement à la version scientifique, le noyau conceptuel de la théorie intuitive de la matière est basé sur les perceptions chez l'enfant : une entité est matérielle (faite de choses) si elle peut être touchée et qu'on peut la voir (trad. libre).

3.8 Description de l'entretien d'explicitation

Le choix de l'entretien d'explicitation comme méthode de collecte de données entraîne certaines précautions dans le devis de recherche.

D'abord, il a été nécessaire d'inclure une *première séance* d'environ 45 minutes durant laquelle les attentes ont été précisées. En effet, les sujets étant habitués au cadre scolaire traditionnel, leur perception du questionnement se limite probablement au modèle « question-réponse-évaluation ». Dans ce modèle, les sujets tentent de produire les bonnes réponses et s'attendent à être évalués en retour. Ce modèle est incompatible avec les buts encourus par notre recherche. Nous cherchons plutôt à convaincre l'élève que les rencontres sont des activités d'enquête mutuelles (« mutual inquiry »), c'est-à-dire que l'élève tente de résoudre une situation problème ou cherche à élucider une question tandis que l'intervieweur cherche à comprendre comment le sujet s'y prend. Cette interaction avec un enseignant n'étant pas habituelle, on peut considérer que la mise au point prendra un certain temps (diSessa, 2007). Dans notre recherche, nous avons consacré toute la première séance (environ 45 minutes) à l'établissement de cette relation d'enquête mutuelle.

Durant la première séance, nous avons présenté différents phénomènes reliés aux changements de phase : condensation de l'eau au-dessus d'une rivière gelée, condensation de l'eau sur un couvercle, condensation de l'eau sur une cannette froide et étude de l'événement « langue gelée sur un poteau l'hiver ». En plus de permettre d'établir la relation d'enquête mutuelle, ces occasions d'échange ont permis de mieux reconnaître les hésitations non significatives (la fréquence des « euh » par exemple) lors de la *deuxième séance*.

Nous avons écarté de la recherche les sujets qui n'adhéraient pas à cette relation d'enquête mutuelle. Ainsi, parmi les douze sujets volontaires rencontrés lors de la première séance, sept d'entre eux ont été retenus pour la deuxième séance. Ces sept sujets se démarquaient par leur capacité à s'exprimer clairement, à répondre de façon étoffée aux questions et à se concentrer sur les problèmes proposés : bref, ils démontraient la capacité à effectuer une enquête mutuelle.

Une condition essentielle (« Primary Constraint », diSessa, 2008) pour que les sujets s'investissent dans une relation d'enquête mutuelle concerne la nature du problème ou de la question qui est proposée au sujet. Ce problème ou cette question doit représenter un défi acceptable pour que le sujet s'en intéresse : « Questions that the interviewer proposes must be sensible as questions the interviewee might well have asked him or herself.⁶² » (diSessa, 2007, p.535) Les questions principales qui sont prévues dans nos entretiens d'explicitation concernent des phénomènes directement observables de changement de phase. Nous considérons donc qu'elles représentent un objet d'enquête pertinent et accessible pour le sujet.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'entretien d'explicitation est une technique qui vise à mettre à jour des processus mentaux et non des conceptions. On s'intéresse au « comment » et non au « pourquoi » du raisonnement de l'élève. Pourtant, pour démarrer l'enquête de l'élève, il faut bien une question en guise d'amorce : cette question, qui exige une première explication, est inévitable. Par contre, dès que la réponse à cette question est formulée par le sujet, il faut que l'intervieweur le relance pour cerner les mécanismes de construction de la réponse et il doit rester sensible aux indicateurs d'instantanéité. Il doit éviter à tout prix de demander des justifications (« pourquoi »). Le pourquoi invite le sujet à produire des explications ou à les changer, une des caractéristiques d'instantanéité de la construction de la réponse. Nous ne souhaitons pas déclencher l'émergence d'explications dans des formats qui ne correspondraient pas à leur état naturel de maturation (Potvin, 2005). Au contraire, nous voulons vérifier si le sujet décide lui-même de changer d'explication suite à une explicitation de son raisonnement.

3.9 Modalités d'expérimentation

Chaque élève a été rencontré individuellement dans le laboratoire de science (un choix pratique et sécuritaire) de l'école, et ce, à une ou deux reprises, selon l'issue de la première

⁶² Le sujet aurait pu se poser lui-même les questions que l'intervieweur lui propose (trad. libre).

séance. Les élèves devaient présenter le formulaire de consentement parental (Appendice B) dûment rempli. Chaque rencontre a été enregistrée en audio.

3.9.1 Déroulement de la première séance

La première séance était structurée comme suit :

- 1— Accueil et explication des modalités de la première séance;
- 2— Mise au point à propos des attentes qui concernent la verbalisation et la recherche d'une relation d'enquête mutuelle;
- 3— Questions visant à établir la relation d'enquête mutuelle :
 - a) Pourquoi y a-t-il de l'eau sur une cannette de boisson gazeuse froide (avec support visuel)?;
 - b) Pourquoi y a-t-il de la brume au-dessus d'une rivière partiellement gelée l'hiver (avec support visuel)?;
 - c) Pourquoi y a-t-il présence de gouttelettes d'eau sous un couvercle déposé sur une casserole d'eau bouillante (démonstration au laboratoire)?;
 - d) Pour quelle raison une langue reste-t-elle collée à un poteau durant l'hiver (avec support visuel)?;
- 4— Retour et conclusion.

Lors de l'accueil, l'intervieweur a pris soin d'établir un contact chaleureux avec l'élève, de faire le point sur les modalités de la rencontre (ex. : enregistrement audio qui reste confidentiel) et d'assurer l'élève qu'en tout temps, il peut poser des questions ou clore la rencontre s'il le désire. Il a également annoncé les mesures de sécurité : ne pas toucher aux substances, porter le sarrau et les lunettes de sécurité.

Ensuite, des questions visant à établir la relation d'enquête mutuelle ont permis à l'intervieweur de faire comprendre ses attentes à l'élève : en entretien d'explicitation, il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses; bien que la discussion ait lieu dans une école avec

un enseignant, l'élève doit comprendre qu'il ne doit pas s'attendre à être « corrigé »; il peut envisager la séance comme étant une sorte d'enquête où il doit essayer de comprendre lui-même des phénomènes scientifiques; dans cette rencontre, il doit plutôt considérer qu'il est lui-même l'enseignant qui tente d'expliquer ce qu'il voit ou ce qu'il constate le plus clairement possible. Lors de la première séance, on a demandé aux élèves d'expliquer différents phénomènes intuitifs de changement de phase. Au-delà de son explication, il est important d'amener l'élève à dire comment il parvient à cette explication : c'est la verbalisation en position de parole incarnée qui est recherchée. L'étude de ces phénomènes vise donc à accompagner l'élève vers la relation d'enquête mutuelle.

Les questions proposées lors de la première séance portent sur des phénomènes de changement de phase difficile à expliquer. Prenons comme exemple les gouttelettes d'eau à la surface d'une cannette de boisson gazeuse froide : la vapeur d'eau qui est à l'état gazeux dans l'air entourant la cannette froide subit une condensation liquide au contact du corps froid et on voit alors des gouttelettes d'eau sur la paroi. L'eau passe de l'état gazeux à l'état liquide à cause du transfert d'énergie. L'aluminium, un bon conducteur de chaleur, facilite ce transfert d'énergie. Les questions de la première séance ont donc été retenues parce qu'elles 1) portaient sur des changements de phase, 2) proposaient un défi raisonnable tel que mentionné précédemment, 3) mettaient en évidence des phénomènes familiers aux sujets et 4) permettaient d'établir une relation d'enquête mutuelle basée sur l'explicitation de phénomènes à caractère scientifiques.

Lors de cette première séance, nous avons été témoins d'un certain nombre d'explications variées (conformément à Osborne et Cosgrove, 1983; Johnson, 1998) à propos de ces premières questions : « l'eau provient de l'intérieur de la cannette »; « l'eau provient de la liqueur », « l'eau provient de la glacière », « l'eau provient de l'air parce que ça vient forcément de là ». Selon la réponse fournie par l'élève, nous sommes allés au-delà de l'explication spontanée en demandant à l'élève comment il en arrivait à cette explication. Cet exercice visait l'établissement d'une relation d'enquête mutuelle, nécessaire en vue de la deuxième séance.

3.9.2 Déroulement de la deuxième séance

Les sept sujets qui ont fait preuve d'une capacité à entrer dans une relation d'enquête mutuelle lors de la première séance ont été rencontrés à nouveau. Cette deuxième séance, également d'une durée d'environ 50 minutes, s'est déroulée comme suit :

1— Rappel du type de relation attendu : enquête mutuelle.

2— Présentation du premier phénomène contre-intuitif de changement de phase : la glace et la glace sèche;

- a) Un premier b cher (A) contenant de la glace est d'abord présenté à l'élève.
- b) Un deuxième b cher (B) contenant de la glace sèche (dioxyde de carbone solide) est ensuite présenté à l'élève.
- c) Pour faciliter la transcription et l'analyse qui suit, la glace contenue dans le premier b cher est présentée comme « substance A » et la glace sèche contenue dans le deuxième b cher est présentée comme « substance B ».
- d) On pose la question suivante : « Crois-tu que la substance A et la substance B sont les mêmes substances? » On guide l'élève dans l'explicitation de son raisonnement.
- e) On pose ensuite la question suivante : « Comment expliques-tu la présence de liquide dans le fond du b cher A, mais pas dans le fond du b cher B? »
- f) On demande une prédiction de la température de la glace. On enfonce le thermomètre à thermocouple dans le b cher A et on note la température; on fait de même pour le b cher B. On s'attend à une température de 0 C pour la glace et de près de -78 C pour la glace sèche. On pose la question suivante : « Comment expliques-tu la différence de température? »
- g) Lorsque l'élève a explicité son raisonnement en position de parole incarnée, on reformule ses affirmations et on lui demande s'il est d'accord avec ces reformulations. S'il n'est pas d'accord, on reprend la discussion au sujet des points problématiques en étant particulièrement sensible aux raisons qui justifient ce désaccord.

3— Présentation du deuxième phénomène contre-intuitif de changement de phase : l'eau bouillante et l'azote liquide;

- a) Un premier bécher (A) contenant de l'eau bouillante sur une plaque chauffante allumée est d'abord présenté à l'élève.
- b) Un deuxième bécher (B) contenant de l'azote liquide est ensuite présenté à l'élève.
- c) Pour faciliter la transcription et l'analyse qui suit, l'eau bouillante contenue dans le premier bécher est présentée comme « substance A » et l'azote liquide dans le deuxième bécher est présenté comme « substance B ».
- d) On pose la question suivante : « Crois-tu que la substance A et la substance B sont les mêmes substances? » On guide l'élève dans l'explicitation de son raisonnement.
- e) On pose ensuite la question suivante : « Comment se fait-il que la substance B fasse des bulles même si elle n'est pas sur la plaque chauffante? »
- f) On demande une prédiction de la température et on effectue les mesures à l'aide du thermomètre à thermocouple. On s'attend à une température d'environ 100°C pour l'eau bouillante et de -196°C pour l'azote en ébullition. On pose une troisième question : « Comment expliques-tu la différence de température entre les deux substances? »
- g) Lorsque l'élève a explicité son raisonnement en position de parole incarnée, on reformule ses affirmations et on lui demande s'il est d'accord avec ces reformulations. S'il n'est pas d'accord, on reprend la discussion au sujet des points problématiques en étant particulièrement sensible aux raisons qui justifient ce désaccord.

4— Retour et conclusion : en terminant, on demande à l'élève s'il a des questions, on le remercie pour sa participation à la recherche. Si l'élève désire des explications à propos des phénomènes observés, on peut en discuter avec lui. Cependant, il faut insister pour qu'il ne dévoile pas le sujet de l'entretien avec d'autres élèves.

3.10 Précautions relatives à la séquence

Les sections précédentes avaient pour but d'expliquer le contexte dans lequel s'inscrit l'explicitation. Comme nous l'avons mentionné dans le cadre conceptuel, le système de

connaissance de l'élève est très sensible au contexte (diSessa, 2006). Il était donc important de respecter la séquence prévue et de formuler toutes les questions principales de façon identique. Par exemple, si l'intervieweur avait annoncé les consignes de sécurité au moment où il apportait l'azote liquide, le contexte aurait favorisé la production d'une explication particulière : « la substance B bout parce qu'elle est un produit chimique (reconnu à cause du danger potentiel) ». Il va de soi qu'au-delà de la séquence principale, les interventions de l'intervieweur doivent s'accorder avec les propos du sujet en pleine explication.

3.11 Biais possibles attribuables à la méthodologie

Nous avons présenté quelques mesures visant à augmenter la validité théorique du protocole : deux expériences de changement de phase abordées, plusieurs sujets rencontrés, rencontre préparatoire, enregistrement audio et protocole d'intervention planifié au préalable. Malgré ces dispositions, certains biais persistent principalement à cause de la technique d'investigation utilisée.

Premièrement, on doit considérer l'effet d'autorité de l'intervieweur. Il est bien connu qu'un élève interrogé par un enseignant risque de reproduire un comportement induit par l'école, la recherche de la « bonne réponse », avec pour effet un dialogue plus ou moins naturel. C'est pour cette raison que la première séance est très importante : elle établit les bases de la relation d'enquête mutuelle.

Deuxièmement, on ne peut nier l'effet du questionnement sur la révision des affirmations. Southerland *et al.* (2001, p. 342) précisent que le seul fait de questionner l'élève peut affecter sa perception de son propre message :

As Erickson (1986) has described, explaining is a highly audience-sensitive in which the actions of the speaker are largely determined by their appraisal of the understanding of the listener. Our need to determine underlying meaning of statement could have been misinterpreted by the students as a disagreement or lack of understanding.⁶³

⁶³ Comme Erickson (1986) l'a décrit, expliquer est une activité très influencée par l'auditoire dans le sens que les actions du communicateur sont largement déterminées par son évaluation de la compréhension de l'auditeur.

Il est possible de réduire l'effet de ce biais grâce à la première séance durant laquelle l'élève sera prévenu que si l'intervieweur pose des questions ou s'il écoute, ce n'est pas parce qu'il est en désaccord; c'est plutôt parce qu'il tente de comprendre le cheminement cognitif.

3.12 Seuil

Nous établissons qu'une déclaration peut-être considérée précaire si elle présente au moins un critère de reconnaissance parmi les six critères décrits ci-dessus.

3.13 Type d'analyse de contenu

Considérant notre démarche pour la construction de l'outil d'analyse, nous affirmons que notre analyse de contenu est de type thématique. Selon Mucchielli (2004) :

C'est la plus simple des analyses de contenu. Elle consiste à repérer dans des expressions verbales ou textuelles des thèmes généraux récurrents qui apparaissent sous divers contenus plus concrets. Elle est donc une première forme de catégorisation appliquée à un corpus.

Les expressions verbales recherchées dans les propos des sujets prennent la forme de déclarations précaires, le thème général étant la réponse construite instantanément. Comme nous l'avons précisé, les critères de reconnaissance des déclarations précaires ont été établis à la suite d'une analyse préliminaire des données issues des entretiens d'explicitation.

3.14 Résumé de la méthodologie

Dans ce chapitre, nous avons montré que notre recherche exploratoire s'effectue dans un contexte qui favorise l'explicitation des phénomènes contre-intuitifs de changement de phase. En effet, la technique de l'entretien d'explicitation convient bien pour répondre à notre question de recherche. Il a également été question du concept de « changement de phase », des modalités d'expérimentation, des biais de recherche, du seuil établi pour considérer qu'une affirmation puisse être qualifiée de précaire et du type d'analyse des données issues des entretiens d'explicitation.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

Ce chapitre propose une analyse des résultats obtenus grâce aux entretiens d'explicitation menés auprès de sept sujets. Il sera question du processus de codification des données par l'intervieweur et par le codeur externe. Nous verrons dans quelle mesure les résultats que nous avons obtenus permettent de vérifier si la construction de la réponse des sujets entraîne la production de déclarations précaires.

4.1 Reconnaissance des déclarations précaires

Parmi les sept entretiens d'explicitation totalisant près de six heures d'enregistrement audio, nous avons d'abord identifié plusieurs passages qui s'apparentaient à des constructions instantanées. Ces passages étaient remarquables par les incohérences, les erreurs de logique, mais également par les hésitations et exclamations de la part des sujets. C'est à partir de ces passages que nous avons établi les définitions des six critères de reconnaissance des déclarations précaires.

Pour y arriver, nous avons d'abord regroupé les passages selon les deux principales caractéristiques d'instantanéité proposées par Southerland *et al.* (2001) : les hésitations (premier regroupement) et les changements d'explication (deuxième regroupement). À cette étape d'analyse préliminaire des données, certains passages ont été exclus parce qu'ils ne

présentaient pas d'indices trahissant une incertitude ou de changements d'explications; par exemple, les passages où les sujets produisaient des erreurs de logique dans leur explication ont été écartés. Par ailleurs, d'autres passages nous ont semblé s'apparenter à des réponses construites à partir d'intuitions; nous avons conservé ces passages pour la suite (troisième regroupement).

Nous avons ensuite analysé les trois regroupements de passages afin de dégager des caractéristiques objectives et précises des passages appartenant à chaque catégorie. Cette deuxième analyse, que Southerland *et al.* n'ont pas effectuée, nous apparaissait essentielle pour permettre une identification objective des réponses construites instantanément. Ainsi, nous avons classé les hésitations du premier regroupement en quatre types : les hésitations produites lorsque le sujet fournit une explication qu'il considère incohérente (premier type), partielle (deuxième type), lorsque le sujet hésite parce qu'il n'adhère pas à son affirmation (troisième type) ou lorsqu'il rejette sa déclaration (quatrième type). Ces quatre types d'hésitations correspondent aux critères de reconnaissances 2, 3, 4 et 5 respectivement. En ce qui concerne les changements d'explication du deuxième regroupement, seuls les passages où le sujet produisait une nouvelle explication radicalement différente ont été conservés. Ces passages sont reconnus grâce au sixième critère de reconnaissance des déclarations précaires. Enfin, les passages du premier regroupement ont été conservés s'il était clair que le sujet produisait une déclaration qu'il tenait pour acquis, c'est-à-dire qu'il considérait autosuffisante. Ce type de passage est reconnu par le premier critère de reconnaissance des déclarations précaires.

En fin d'analyse, nous avons donc classé 41 passages représentant des déclarations précaires en six types. Dans les paragraphes qui suivent, les six critères de reconnaissance des déclarations précaires sont définis et des exemples tirés des entretiens d'explicitation sont présentés.

4.1.1 Production d'une déclaration autosuffisante

Le premier critère s'applique lorsque le sujet produit une déclaration autosuffisante, c'est-à-dire qui va de soi. La déclaration autosuffisante ne requiert pas davantage de justifications. On parle également d'une déclaration autosuffisante lorsqu'un sujet invoque une propriété « magique » ou une substance spéciale indéfinie (ex. : produit chimique) dans ses explications.

Dans l'exemple qui suit, le sujet invente la propriété « magique » de l'eau qui serait tellement froide qu'elle ne gèlerait pas :

I : Là quand tu m'as dit que ça (l'azote liquide) pourrait être de l'eau très très froide, à quoi t'a pensé en me disant ça?

S : Ben de l'eau qui serait tellement froide que ça gèle pas.

Il s'agit d'une déclaration autosuffisante puisque l'explication devient intégrée à la propriété inventée sur mesure.

4.1.2 Expression d'une incapacité à présenter une déclaration plus cohérente

On reconnaît le deuxième critère lorsqu'un sujet se trouve en situation d'incompréhension du phénomène étudié. Il produit alors une déclaration qu'il considère insatisfaisante à cause de son manque de cohérence. Il reconnaît explicitement ce manque de cohérence.

Dans le passage suivant, le sujet tente de rendre compte de la présence de givre autour du bécher contenant de l'azote liquide :

S : Mais à mon avis euh... Euh... La neige qui est là ça doit être parce que il y a un autre ingrédient dedans. Y'a quelque chose d'autre. Je sais pas comment dire vraiment.

Ce sujet reconnaît qu'il ne « sait pas comment dire vraiment ». Autrement dit, il reconnaît qu'il n'arrive pas à formuler une explication plus cohérente. On pourrait croire qu'il considère que son explication est partielle (critère 3) puisqu'il n'est pas en mesure d'identifier l'ingrédient manquant. Par contre, il faut distinguer le contenu d'une déclaration et le sens des hésitations du sujet; ici, le sujet considère que la *manière* dont il formule son hypothèse est peu cohérente.

4.1.3 Reconnaissance d'une déclaration partielle

Il est question du troisième critère lorsque le sujet reconnaît que sa déclaration est partielle. Le sujet saisit une partie de la réalité et il s'en rend compte. Il reconnaît explicitement que son explication est limitée parce qu'elle est incomplète; elle manque de détails pour qu'il la considère satisfaisante. Ce critère diffère du critère 2 (*exprime son incapacité à présenter une déclaration plus cohérente*) puisqu'ici, ce qui rend le sujet perplexe, ce n'est pas l'incohérence de ses déclarations, mais leur insuffisance.

Le prochain extrait concerne le moment où le sujet observe de la vapeur d'eau au-dessus d'un bécher rempli d'azote liquide :

I : Puis la fumée elle, comment ça se fait qu'elle est là? Comment ça se fait qu'il y a de la fumée?

S : Je le sais pas. Peut-être parce que ça (l'azote liquide) ça sort beaucoup beaucoup de froid pis la chaleur ça se rencontre ça fait du fumée. Mais à part ça...

En ajoutant « Mais à part ça », ce sujet nous fait comprendre qu'il considère que son explication à propos de la fumée (vapeur d'eau) est incomplète, mais qu'il ne peut pas en dire plus. Son incapacité avouée à élaborer davantage témoigne de la précarité de sa déclaration.

4.1.4 Reconnaissance d'une non-adhésion à une déclaration

Le quatrième critère est applicable lorsque le sujet reconnaît qu'il n'adhère pas à sa déclaration. Le sujet a des doutes à propos de sa déclaration. Il fait part de ses doutes explicitement (verbalement) ou implicitement (indices non verbaux : silence, hésitation). Contrairement au critère 5 (*rejette rapidement sa déclaration*), le sujet de doute pas suffisamment de sa déclaration pour qu'il la rejette.

Ici, le sujet produit une hypothèse sans conviction pour justifier l'ébullition de l'azote liquide :

- I : Comment ça se fait que ça fait des bulles même si c'est pas sur une plaque chauffante?
 S : Ben... D'après moi c'est avec la... c'est une réaction avec l'autre température. Là (dans la salle de préparation) est à une température puis quand t'es arrivé ici elle bouillait tandis que quand là-bas elle ne bouille pas, pour moi c'est une affaire de même.
 I : Pis ça ça fait bouillir c'est ça?
 S : Ben, c'est un hypothèse, je suis pas sûr.
 I : Sur quoi tu te bases pour construire cette hypothèse-là?
 S : Je ne sais pas. Je dis ça... je dis ce qui me passe par la tête.

Ce sujet exprime très clairement ses réserves à propos de son hypothèse sans toutefois la rejeter. Sa dernière déclaration « je dis ce qui me passe par la tête » est particulièrement révélatrice du caractère instantané de son hypothèse.

4.1.5 Rejet rapide d'une déclaration

Le critère cinq est reconnu par le rejet rapide d'une déclaration. Le sujet peut explicitement la rejeter ou simplement s'en désintéresser. S'il s'en désintéresse, il faut qu'il soit clair que le sujet n'accorde plus d'importance à sa déclaration.

Par exemple, le sujet suivant se rétracte rapidement lorsqu'il se rappelle que l'eau ne se comporte pas comme l'azote liquide :

- I : Si t'étais capable de prendre le contenu du bécher A (eau bouillante), qui est en train de bouillir, puis de le refroidir, refroidir, refroidir, jusqu'à -173, qu'est-ce que ça ferait à ton avis?
- S : Ça ferait des bulles
- I : Ça ferait des bulles?
- S : Ah non parce que c'est pas le même liquide

4.1.6 Proposition d'une déclaration abordant le problème autrement

Ce sixième critère s'applique lorsqu'un sujet produit une déclaration qui aborde le sujet autrement, selon une nouvelle perspective. La nouveauté est remarquable par le contraste (le changement de perspective) entre le contenu de la nouvelle déclaration et le contenu des déclarations antérieures. On a l'impression que la déclaration « sort de nulle part ». Pour respecter ce critère, il faut également que la déclaration soit tardive, c'est-à-dire que le sujet aurait pu la proposer plus tôt dans la discussion.

Dans l'extrait qui suit, le sujet détenait depuis longtemps toutes les informations nécessaires pour établir que les deux liquides inconnus (l'eau et l'azote liquide) étaient en réalité différentes substances. Pourtant, ce n'est que très tard durant l'entretien d'explicitation qu'il ne s'exprime dans ce sens :

- S : C'est peut-être une substance différente? Ça (l'azote liquide dans le bécher C) c'est de l'azote mais ça (la glace sèche dans le bécher B) c'est peut-être pas de l'azote.
- I : [...] Tu dis dans le C c'est de l'azote puis dans le B c'est peut-être pas de l'azote.
- S : Oui
- I : Donc là t'en arrive à une nouvelle piste
- S : Oui

Dans cet exemple, le sujet en arrive avec la clé du problème tardivement dans la rencontre. Cette hypothèse où la nature des deux substances diffère est radicalement nouvelle dans la discussion et il le reconnaît.

Dans le tableau qui suit, nous résumons les définitions des six critères de reconnaissance des déclarations précaires.

Tableau 4.1
Critères de reconnaissance des déclarations précaires

Critères	Définitions
<i>Critère 1 : Produit une déclaration autosuffisante</i>	Le sujet a recours à une déclaration autosuffisante, c'est-à-dire qui va de soi. La déclaration autosuffisante ne requiert pas davantage de justifications. On parle également d'une déclaration autosuffisante lorsqu'un sujet invoque une propriété « magique » ou une substance spéciale indéfinie (ex. : produit chimique) dans ses explications.
<i>Critère 2 : Exprime son incapacité à présenter une déclaration plus cohérente</i>	Le sujet se trouve en situation d'incompréhension du phénomène étudié. Il produit alors une déclaration qu'il considère insatisfaisante à cause de son manque de cohérence. Il reconnaît explicitement ce manque de cohérence.
<i>Critère 3 : Reconnaît que sa déclaration est partielle</i>	Le sujet saisit une partie de la réalité et il s'en rend compte. Il reconnaît explicitement que son explication est limitée parce qu'elle est incomplète; elle manque de détails pour qu'il la considère satisfaisante. Ce critère diffère du critère 2 (<i>exprime son incapacité à présenter une déclaration plus cohérente</i>) puisqu'ici, ce qui rend le sujet perplexe, ce n'est pas l'incohérence de ses déclarations, mais leur insuffisance.
<i>Critère 4 : Reconnaît qu'il n'adhère pas à sa déclaration</i>	Le sujet a des doutes au sujet de sa déclaration. Il fait part de ses doutes explicitement (verbalisé) ou implicitement (indices non verbaux : silence, hésitations). Contrairement au critère 5 (<i>rejette rapidement sa déclaration</i>), le sujet ne doute pas suffisamment de sa déclaration pour qu'il la rejette.
<i>Critère 5 : Rejette rapidement sa déclaration</i>	Le sujet n'adhère plus à la déclaration qu'il vient de proposer. Le sujet peut explicitement la rejeter ou simplement s'en désintéresser. S'il s'en désintéresse, il faut qu'il soit clair que le sujet n'accorde plus d'importance à sa déclaration.
<i>Critère 6 : Propose une déclaration qui aborde le problème autrement (nouvelle perspective)</i>	La déclaration du sujet constitue une nouveauté par rapport aux déclarations antérieures. La nouveauté est remarquable par le contraste (le changement de perspective) entre le contenu de la nouvelle déclaration et le contenu des déclarations antérieures. On a l'impression que la déclaration « sort de nulle part ». Pour respecter ce critère, il faut également que la déclaration soit tardive, c'est-à-dire que le sujet aurait pu la proposer plus tôt dans la discussion.

Les six critères qui ont été présentés ci-dessus correspondent à des propos tenus par les sujets lors de l'explicitation de leur pensée. La déclaration précaire constitue donc un concept opérationnel.

4.2 La déclaration précaire dans le discours du sujet

Nous proposons une mise en relation entre ces six critères de reconnaissance et la structure discursive du sujet. Lors de l'explicitation de sa pensée, le sujet produit plusieurs déclarations

en réponse aux questions de l'intervieweur et aux défis que représente la compréhension des phénomènes qui lui sont présentés. Ces déclarations peuvent être des explications, des hypothèses ou des justifications. Ainsi, lorsqu'un sujet affirme « Être froid de même, c'est obligé d'être de la (*sic*) substance chimique », il produit une explication où la nature chimique de la substance est la cause et le froid, la conséquence. Dans l'extrait qui suit, le sujet produit une affirmation de type « justification » :

I : Et comment t'en arrives à dire que c'est plus froid que moins soixante?

S : Ben c'est comme l'autre (bêcher de glace sèche) le pot est devenu gelé dès qu'il est arrivé il était comme déjà gelé juste en le sortant puis c'est ça qui m'a porté à croire que c'est beaucoup plus froid.

Le troisième type d'affirmation est l'hypothèse et implique une incertitude, comme dans l'exemple qui suit :

I : Qu'est-ce que tu connais de cette substance là en particulier?

S : Ben, je pense c'est genre si tu mets de l'eau là-dessus il va y avoir de la fumée qui sort.

Les quatre premiers critères de reconnaissance des déclarations précaires concernent des caractéristiques de ces affirmations, quel que soit leur type. Ainsi, une déclaration est précaire selon le premier critère (« produit une déclaration autosuffisante ») si elle présente la propriété d'autosuffisance. Une déclaration est précaire selon les critères 2 à 4 si elle est accompagnée d'une manifestation d'insatisfaction de la part du sujet. En effet, celui-ci peut avoir l'impression que son affirmation manque de cohérence (critère 2), n'est pas assez complète (critère 3) ou qu'il n'y adhère tout simplement pas (critère 4) sans toutefois la rejeter.

Lorsqu'un sujet est insatisfait de sa déclaration au point de ne plus l'assumer, il rejette (critère 5) cette déclaration précaire. Il peut alors formuler une déclaration alternative pour la remplacer. Cette deuxième déclaration n'est pas nécessairement précaire.

Lorsque la deuxième déclaration constitue une perspective radicalement différente de la première, elle est également qualifiée de précaire en vertu du sixième critère (« nouvelle perspective »).

La figure 4.1 montre où se situent les critères de reconnaissance des déclarations précaires dans le discours du sujet.

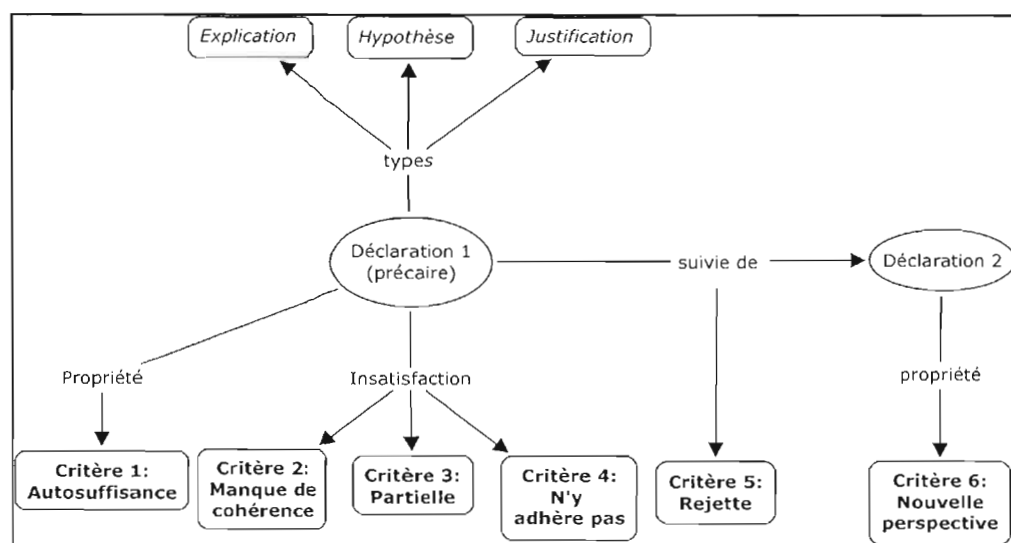


Figure 4.1 Réseau conceptuel situant les critères de reconnaissance dans le dialogue.

Sur le plan du dialogue, on peut donc résumer qu'une déclaration précaire prendra la forme d'une explication, d'une justification ou d'une hypothèse. Cette première déclaration peut présenter la propriété d'être autosuffisante ou être accompagnée d'indices d'insatisfaction de la part du sujet. Cette première déclaration peut-être alors rejetée implicitement ou explicitement et parfois remplacée par une affirmation alternative. Lorsque cette déclaration est tardive et radicalement différente de la première, elle est également qualifiée de précaire. Cette deuxième déclaration pourrait également être précaire en vertu des cinq premiers critères. Par extension, nous croyons qu'il serait possible d'observer un enchaînement de plusieurs déclarations précaires.

4.3 Étendue du concept de déclaration précaire

Après avoir établi les critères de reconnaissance des déclarations précaires, nous avons réexaminé les données issues de la transcription des entretiens d'explicitation. Cette relecture des données brutes nous a permis d'obtenir 41 passages dans lesquels les sujets produisaient des déclarations précaires.

Certains passages présentaient une nette correspondance avec une définition d'un critère, tandis que d'autres étaient moins évidents. Dans plusieurs autres cas, il n'y avait tout simplement pas de rapprochement à faire avec le concept de déclaration précaire. Voyons trois exemples tirés des entretiens d'explicitation.

Dans ce premier cas, le sujet produit une déclaration précaire qui ne laisse aucun doute :

I : Là quand tu m'as dit que ça (l'azote liquide) pourrait être de l'eau très très froide, à quoi t'a pensé en me disant ça?
S : Ben de l'eau qui serait tellement froide que ça gèle pas .

Pour parvenir à expliquer comment de l'eau peut être très très froide sans être gelée, le sujet invente la propriété « magique » : « de l'eau qui serait tellement froide que ça gèle pas ». Il s'agit d'une déclaration autosuffisante (critère 1) puisque la propriété inventée sur mesure devient intégrée à l'explication.

Le prochain exemple présente un cas à la limite de l'idée de déclaration précaire.

S : (silence 16 secondes) Ben dans le bécher A (eau bouillante) ça semble être de l'eau. Ben le bécher B (azote liquide), je sais pas, ça pourrait aussi être de l'eau, ben je sais pas quelle substance ça pourrait être.

Dans ce passage, le sujet croit que la substance B pourrait être de l'eau mais il n'est pas certain alors il ajoute « je sais pas quelle substance ça pourrait être ». Autrement dit, il adhère peu (critère 4) à l'hypothèse « ça pourrait aussi être de l'eau ». Il s'agit d'un cas limite car on a l'impression que le sujet a énoncé une possibilité plutôt qu'une hypothèse sérieuse.

Dans l'exemple qui suit, le sujet propose une hypothèse basée sur l'observation de la transparence de la glace :

S : Ben elle (la glace) a l'air d'être à zéro degré pour avoir pris en glace parce que celle-là (glace sèche) elle a l'air plus froide : on voit pas au travers.

Il ne s'agit pas d'une déclaration précaire. En effet, l'hypothèse n'est pas basée sur une propriété magique (critère 1), le sujet ne semble pas être insatisfait de cette hypothèse (critères 2 à 4) et elle n'est pas rejetée (critères 5 et 6).

Les passages que nous avons retenus ont été choisis parce que chacun d'entre eux pouvait être associé à un seul critère de reconnaissance de déclaration précaire. Étant donné que nous avons établi qu'un seul critère de reconnaissance suffisait pour qu'une déclaration soit dite « précaire », nous avons préféré écarter les passages où plusieurs critères pourraient s'appliquer.

4.4 Fidélité interjuge

Étant donné la nature subjective de la codification des passages, nous avons jugé indispensable l'intervention d'un codeur externe. Son travail consistait d'abord en une codification indépendante des 41 passages à l'aide des définitions des critères de reconnaissance des déclarations précaires. Il devait choisir un seul critère pour chacun des passages et il n'avait pas accès à la transcription intégrale des entretiens. Il devait ensuite nous faire parvenir la compilation de ses résultats.

Lors du premier codage, la fidélité interjuge était de 39 % (16 passages sur 41). Autrement dit, 16 passages sur 41 ont été associés au même critère de la part du codeur externe et des chercheurs. Les difficultés que représente la reconnaissance des déclarations précaires sont abordées dans la section 4.6.

En analysant ces résultats, nous avons constaté que les définitions des critères devaient être expliquées davantage. Nous avons fait part de ces précisions au codeur. Nous lui avons également transmis nos interprétations des codes que nous avons attribués aux 41 passages.

Le codeur a ensuite procédé à une deuxième codification indépendante. Cette codification tenait compte des précisions à propos du sens à donner aux définitions des critères. Il a ensuite consulté nos résultats ainsi que nos interprétations et en a tenu compte pour établir sa codification finale. Il nous a fait parvenir sa compilation accompagnée de la justification de ses choix.

Lors de ce deuxième codage, la fidélité interjuge était rendue à 83% (34 passages sur 41).

À la lumière des résultats du codeur ainsi que de ses interprétations, nous avons reconsidéré notre propre codification initiale. Ainsi, nous avons changé de critère pour deux passages (les passages #21 et #35) à cause d'ambiguïtés (voir section 4.6.2) entre les définitions des critères 2 et 3.

La description des 41 passages, la justification du choix du critère qui leur est attribué ainsi que les résultats finaux après consensus sont présentés dans la prochaine section.

Dans le tableau 4.2 qui suit, les six étapes de ce codage interjuge sont présentées dans l'ordre chronologique en six rangées. Le processus de codification consistait en un échange entre le codeur externe et les chercheurs : les actions des chercheurs figurent dans la colonne du milieu tandis que celles du codeur externe figurent dans la colonne de droite.

Tableau 4.2
Étapes de codification interjuge

Étapes	Rôle des chercheurs	Rôle du codeur externe
1.	Communication d'un document destiné au codeur présentant le cadre de la recherche, les définitions des six critères de reconnaissance des déclarations précaires, les consignes de codification et les 41 passages issus des entretiens transcrits.	
2.		Codage, compilation et transmission des résultats
3.	Recherche d'explications concernant les passages codés différemment : précision du sens de certaines définitions des critères de reconnaissance des déclarations précaires. Communication des précisions au codeur. Partage de nos résultats ainsi que de nos interprétations des codes que nous avons attribués aux 41 passages.	
4.		Deuxième codage indépendant
5.		Révision des codes à la lumière des résultats interprétés des chercheurs. Justification des choix des codes. Transmission des nouveaux résultats.
6.	Interprétation des nouveaux codes accompagnés de leurs explications; Révision des codes originaux à la lumière des explications fournies par le codeur.	

4.5 Classification des passages et justification des choix des critères

Les 41 passages qui ont été dégagés des entretiens d'explicitation ont été regroupés ici selon leur critère de reconnaissance des déclarations précaires. Chaque tableau est identifié comme suit : le numéro du sujet suivi du numéro du passage. Dans chaque tableau, la colonne de gauche présente le temps écoulé depuis le début de l'entretien, la colonne du centre précise l'interlocuteur (I : intervieweur, S : sujet) et la colonne de droite contient les propos des interlocuteurs. En bas de chaque tableau, quelques lignes précisent en quoi l'extrait est associé à son critère de reconnaissance.

4.5.1 Passages associés au critère 1 : produit une déclaration autosuffisante

Rappel de la définition du critère : le sujet a recours à une déclaration autosuffisante, c'est-à-dire qui va de soi. La déclaration autosuffisante ne requiert pas davantage de justifications. On parle également d'une déclaration autosuffisante lorsqu'un sujet invoque une propriété « magique » ou une substance spéciale indéfinie (ex. : produit chimique) dans ses explications.

Sujet #3 – passage #15		
12 :14	I	Et pour toi, de la glace artificielle, c'est fait de quoi?
12 :18	S	Euh. En tout cas c'est sûr ça va être fait de produits chimiques. Ça c'est un peu sûr. Euh aussi, euh, comment je pourrais dire ça, c'est sûr c'est fait avec des produits chimiques parce que à pas faire d'eau du tout du tout mais à fondre sans que ça fasse de l'eau c'est parce que y'a vraiment des produits chimiques assez forts dedans.
(Plus loin)		
13 :02	I	Ok. Puis ça semble une réponse qui vient spontanément tu dis euh, que il y a des produits chimiques dans la glace artificielle. Donc t'as l'air pas mal convaincu que c'est comme ça
13 :17	S	Ouais ben j'ai remarqué ça tu sais quand tu m'as dit que c'était dans le même bac (dans la même glacière) puis que c'était là depuis à matin puis ils ont comme pas changé les deux c'est ça qui m'a donné l'idée de ça là!
(Plus loin)		
14 :24	I	Mais euh, des produits chimiques, ça pourrait être quoi?
14 :29	S	Euh! Ça je pourrais.. je le sais pas vraiment.. ça la... y doit y avoir par exemple des genre de substances vraiment chimiques pis toute ça la à cause que quand j'ai vu qu'il y avait pas d'eau j'ai trouvé ça assez surprenant d'habitude de la glace ça devient de l'eau puis j'ai comme pas su ce que c'était mais...
(Plus loin)		
15 :00	I	Est-ce que ça se pourrait que tu sois dit que « ben parce que c'est bizarre, ça se comporte bizarrement, ben ça doit être parce qu'il y a des produits chimiques bizarres »
15 :12	S	Ouain c'est ça

À défaut de trouver de meilleures explications, le sujet #3 évoque des « produits chimiques » pour rendre compte du phénomène observé. Il lui suffit d'affirmer que les produits chimiques possèdent cette propriété de faire « fondre sans que ça fasse de l'eau »; les explications deviennent alors inutiles.

Sujet #3 – passage #15		
44 :30	I	Ben si tu regardes le produit (azote liquide), qui est dans le fond, ce que t'as appelé le produit chimique, là il en a moins, ça fait qu'il y en a un peu qui est allé dans l'air. Mais l'air, est-ce qu'il est rendu chimique ou...? Comment tu vois ça?
44 :46	S	Euh! Ça c'est une bonne question! Euh! Ben j'ai vu ça il y avait comme des choses dans le fond (du bécher d'azote liquide). Ça je pense que ça prend un peu de ça si ça part un peu dans l'air comme ça c'est pas si grave parce que tu dis même si on respire ça c'est pas si grave. Oui c'est chimique mais c'est c'est comme c'est même si c'est chimique c'est pas nocif pour la santé j'parle même si on respire ça c'est comme pas grave

Le sujet #3 cherche une façon de répondre à ma question déstabilisatrice. Il invente l'argument que ça prend « comme des choses dans le fond » et que c'est ce qui explique qu'il n'y a pas de danger. Autrement dit, souligner la présence de ces « choses » sans en expliquer le rôle est une déclaration autosuffisante.

Sujet #4 – passage #34		
39 :46	I	Là quand tu m'as dit que ça (l'azote liquide) pourrait être de l'eau très très froide, à quoi t'a pensé en me disant ça?
39 :51	S	Ben de l'eau qui serait tellement froide que ça gèle pas

Pour parvenir à expliquer comment de l'eau peut être très très froide sans être gelée, le sujet invente la propriété « magique » : « de l'eau qui serait tellement froide que ça gèle pas ». Il s'agit d'une déclaration autosuffisante puisque l'explication devient intégrée à la propriété inventée sur mesure.

Sujet #6 – passage #17		
33 :49	I	Là, je viens de te dire que l'eau solide est plus froide que l'eau liquide
33 :54	S	Oui
33 :54	I	Tandis qu'ici, l'azote solide, comme tu l'appelles...
33 :58	S	Oui mais ça fait peut-être un phénomène contraire.
34 :04	I	Ok. Ça ferait un phénomène contraire à l'eau.
34 :06	S	Oui

Il s'agit d'une déclaration autosuffisante puisqu'en admettant qu'il s'agit d'un « phénomène contraire à l'eau », le sujet #6 rend compte de la réalité sans toutefois se sentir obligé de l'expliquer.

Sujet #7 – passage #16		
12 :00	S	Hmm... p'tête qu'il fait quelque chose de spécial quand c'est gelé puis là quand il gèle il fait ça pour qu'il reste comme ça pour qu'il puisse faire une autre chose...

Le sujet #7 s'en rapporte à « quelque chose de spécial » qui présente justement la propriété nécessaire pour rendre compte du phénomène observé.

Sujet #7 – passage #24		
19 :10	I	Puis tu te disais ça devrait pas être si froid que ça s'il fait chaud
19 :13	S	Ouain
19 :28	I	Comment c'est possible?
19 :32	S	Peut-être que... Comme que qu'est-ce qui a dedans c'est tellement froid... ça reste... Ça fait geler l'eau... comme ça maintient cette température-là
19 :49	I	Tu parles du produit qui est avec l'eau?
19 :52	S	Oui, ça fait rester tellement froid comme la chaleur elle peut pas rentrer. Ça empêche de fondre

Le sujet #7 fait appel à une propriété spéciale d'un produit indéfini « tellement froid que la chaleur n'entre pas » pour expliquer que la glace sèche ne fond pas. Cette déclaration est autosuffisante puisqu'elle n'est pas accompagnée de justifications et qu'elle est produite sur mesure pour expliquer l'absence de liquide.

4.5.2 Passages associés au critère 2 : exprime son incapacité à présenter une déclaration plus cohérente

Rappel de la définition du critère : le sujet se trouve en situation d'incompréhension du phénomène étudié. Il produit alors une déclaration qu'il considère insatisfaisante à cause de son manque de cohérence. Il reconnaît explicitement ce manque de cohérence.

Sujet #2 – passage #31		
10 :30	S	Mais à mon avis euh... Euh... La neige qui est là ça doit être parce que il y a un autre ingrédient dedans. Y'a quelque chose d'autres. Je sais pas comment dire vraiment.

Il reconnaît qu'il ne « sait pas comment dire vraiment ». Autrement dit, il reconnaît qu'il n'arrive pas à formuler une explication plus cohérente. On pourrait croire qu'il considère que

son explication est partielle (critère 3) puisqu'il n'est pas en mesure d'identifier l'ingrédient manquant. Par contre, il faut distinguer le contenu d'une déclaration et le sens des hésitations du sujet; ici, le sujet #2 considère que la *manière* dont il formule son hypothèse est peu cohérente.

Sujet #4 – passage #23		
39 :19	S	(À propos de l'azote liquide) Ça pourrait être de l'eau très très froide puis l'autre (l'eau bouillante) de l'eau à, ben, température de la pièce.
39 :36	I	Tantôt tu disais pas que de l'eau très très froide, c'était gelé?
39 :40	S	Ouais c'est ça que que... que je vois pas, que je comprends pas

Le sujet est d'accord que son hypothèse contredit un fait élémentaire : de l'eau très froide est gelée. En répondant « Ouais c'est ça que je ne comprends pas », il atteste que son hypothèse manque de cohérence.

Sujet #4 – passage #11		
41 :14	S	Ben ça s'est passé comme, j'ai observé ça (azote liquide), puis j'ai observé les glaçons de la glace qui gèle des fois parce quand j'en met dans le congélateur je le vois quand ça gèle puis là ben c'est ça j'ai observé la glace comment elle gèle puis j'observe ça (azote liquide) puis ça bout mais c'est froid. J'ai vraiment de la misère à l'expliquer.
41 :42	I	Puis est-ce que t'es inconfortable avec cette idée là? T'as l'air un peu inconfortable...
41 :47	S	Ouain parce que j'ai de la misère à l'expliquer. Tu sais je sais pas, j'aimerais ça savoir vraiment la bonne réponse mais je l'ai pas

Il reconnaît qu'il a « de la misère à l'expliquer ». Autrement dit, il admet que ses hypothèses ne rendent pas bien compte du phénomène observé et qu'il n'arrive pas à en présenter une plus cohérente.

4.5.3 Passages associés au critère 3 : reconnaît que sa déclaration est partielle

Rappel de la définition du critère : le sujet saisit une partie de la réalité et il s'en rend compte. Il reconnaît explicitement que son explication est limitée parce qu'elle est incomplète; elle manque de détails pour qu'il la considère satisfaisante. Ce critère diffère du critère 2 (*exprime*

son incapacité à présenter une déclaration plus cohérente) puisqu'ici, ce qui rend le sujet perplexe, ce n'est pas l'incohérence de ses déclarations, mais leur insuffisance.

Sujet #4 – passage #21		
36 :53	S	Quand je met ma main là (près du b�cher d'azote liquide), à côté de la buée, je vois que c'est déjà plus froid.
36 :57	I	Ok donc toi tu dis ça peut pas être de l'eau à ébullition
37 :00	S	Oui mais à cause des bulles �a avait l'air de l'eau à ébullition. Mais je peux vraiment pas l'expliquer ça j'ai vraiment jamais vu ça.

Le sujet #4 admet qu'il ne peut pas vraiment expliquer ce qu'il voit (de l'eau froide à ébullition). Il reconnaît qu'il ne dispose pas de suffisamment de connaissances pour donner une explication plus complète et que son explication pourrait être plus complète s'il avait observé d'autres phénomènes semblables.

Sujet #5 – passage #20		
44 :04	I	Puis la fumée elle, comment ça se fait qu'elle est là? Comment ça se fait qu'il y a de la fumée?
44 :14	S	Je le sais pas. Peut-être parce que ça (l'azote liquide) �a sort beaucoup beaucoup de froid pis la chaleur ça se rencontre ça fait du fumée. Mais à part ça...

En ajoutant « Mais à part ça », le sujet #5 nous fait comprendre qu'il considère que son explication à propos de la fumée (vapeur d'eau) est incomplète mais qu'il ne peut pas en dire plus.

Sujet #6 – passage #35		
24 :36	I	Puis ça (glace sèche) c'est supposé être à combien (de degrés Celsius) � peu près?
24 :43	S	Moi je dirais que c'est moins
24 :44	I	Moins?
24 :45	S	Je sais pas pourquoi mais...

Après avoir constaté que l'azote liquide bouillait   -174 C, le sujet #6 a produit une nouvelle prévision de la température de la glace sèche. Il ajoute « je ne sais pas pourquoi mais... », ce qui signifie que le sujet admet que le fait de disposer de plus de connaissances lui permettrait de produire une meilleure explication.

Sujet #6 – passage #19		
2 :30	S	Ben la glace sèche je sais pas de quoi c'est. Je sais que c'est de la glace sèche mais pas plus que ça (rire)
2 :42	I	Ok tu connais pas rien d'autre de ça.
2 :45	S	Non j'sais que c'est... j'sais pas... j'sais que c'est de la glace sèche quand on la met dans l'eau ça fait de la boucane mais à part de ça...

Le sujet #6 reconnaît la substance qui lui est présentée. Il la nomme bien mais au-delà du nom, il n'arrive pas à en dire davantage. Il le dit explicitement : « mais pas plus que ça », « mais à part ça ».

Sujet #6 – passage #26		
16 :46	S	Ben moi je dirais que. Non ben ce que je pense que c'est, c'est que ça (glace sèche) c'est de la glace sèche pis la glace sèche c'est fait de, c'est de l'azote liquide gelée. C'est ça que je pense, c'est vague mais....

Le sujet #6 considère que son explication est « vague » parce qu'il sait que son explication n'est pas complète. Il ne semble pas se sentir en situation d'incohérence. Il dit au contraire « c'est ça que je pense... » mais il ajoute « c'est vague » dans le sens où il reconnaît que son explication devrait être plus élaborée pour convaincre. En résumé, il déclare que ce qu'il voit est de l'azote liquide gelée mais il n'arrive pas à expliquer sa position. Comme l'extrait est court et le choix du mot « vague » laisse place à interprétation, les deux critères (2 et 3) sont envisageables. Cette ambiguïté est discutée dans la section 4.6 « Difficultés rencontrées lors de la reconnaissance des déclarations précaires ».

4.5.4 Passages associés au critère 4 : reconnaît qu'il n'adhère pas à sa déclaration

Rappel de la définition du critère : le sujet a des doutes au sujet de sa déclaration. Il fait part de ses doutes explicitement (verbalisé) ou implicitement (indices non verbaux : silence, hésitation). Contrairement au critère 5 (*Rejette rapidement sa déclaration*), le sujet de doute pas suffisamment de sa déclaration pour qu'il la rejette.

Sujet #1 – passage #3		
3 :27	I	Alors pour toi dans les deux cas c'est de la glace?
3 :30	S	Oui, quelque chose de même
3 :33	I	Et ce qui te permet de dire que c'est de la glace c'est que c'est plus froid?
3 :39	S	Ben non... En fait je sais pas si les deux c'est de la glace c'est juste que ça l'air... Ça l'air pas mal à de la glace.

Il n'adhère pas à sa déclaration puisqu'il ne sait pas s'il peut se fier à l'apparence des substances pour conclure qu'elles sont les mêmes.

Sujet #1 – passage #22		
9 :08	I	Peux-tu me donner des exemples de substances qu'on peut geler?
9 :11	S	Ben, ça ressemble un peu à du sucre, je trouve. Les cristaux qu'il y a dedans.
9 :17	I	Ok. Puis du sucre on peut geler ça?
9 :19	S	Ouin
9 :25	I	Donc qu'est-ce qui te dit que c'est pas du sucre?
9 :29	S	Ben. J'ai dit ça mais j'sais pas ben ben.

Le sujet #1 ne croit pas vraiment que la substance qu'il tente d'identifier (glace sèche) puisse être du sucre, comme il l'a laissé sous-entendre.

Sujet #1 – passage #27		
25 :20	I	Puis, si je te demandais, entre les deux béchers (bécher A eau bouillante et bécher B azote liquide) est ce que c'est la même substance? A et B est-ce que c'est la même substance?
25 :32	S	(13 secondes silence) J pense pas. Euh! J pas sûr! 50-50 (rire)
25 :56	I	50-50!
25 :57	S	J'sais pas trop!

Après réflexion, il ne croit pas que les deux substances sont les mêmes. Par la suite, il admet qu'il n'adhère pas fermement à cette position.

Sujet #1 – passage #4		
30 :57	I	Comment ça se fait que ça fait des bulles même si c'est pas sur une plaque chauffante?
31 :11	S	Ben... D'après moi c'est avec la... c'est une réaction avec l'autre température. Là (dans la salle de préparation) est à une température puis quand t'es arrivé ici elle bouillait tandis que quand là-bas elle ne bouille pas, pour moi c'est une affaire de même.
31 :54	I	Pis ça ça fait bouillir c'est ça?
31 :56	S	Ben, c'est un hypothèse, je suis pas sûr.
32 :09	I	Sur quoi tu te bases pour construire cette hypothèse là?
32 :16	S	Je ne sais pas. Je dis ça... je dis ce qui me passe par la tête

Le sujet #1 exprime très clairement ses réserves à propos de son hypothèse sans toutefois la rejeter.

Sujet #2 – passage #32		
16 :47	S	Celui-là il est beaucoup plus gelé. Je sais pas si ça se fait... J pense que c'est à la même température mais ça fait plus longtemps. J pense que ça serait moins 20°C (pour la glace d'eau) puis moins 20°C (pour la glace sèche)
(Mesure de la température de la glace sèche : elle est inférieure à celle de la glace d'eau)		
19 :00	S	Je savais que lui était plus gelé!
19 :04	I	Tu savais? Pourtant dans les deux cas t'as dit que ça allait donner 20°C? Moins 20°C je veux dire.
19 :10	S	Ouin mais plus longtemps que... Je savais que ça serait un peu plus gelé. Ah! Mais ouain c'est un peu...
19 :19	I	T'avais dit -20°C et -20°C. Mais t'avais comme eu un...
19 :24	S	Un doute...
19 :25	I	T'avais un doute! T'avais l'impression que ça allait être plus froid.
19 :26	S	Ouain
(Plus loin)		
22 :40	I	Mais quand t'as dit que ça allait être -20°C les deux, t'as dit « ben c'est de la même glace, c'est juste que ça faisait plus longtemps qu'elle était au froid », ben quand t'as dit ça, tu tenais pas compte du fait qu'il y avait une p'tite neige ou quoi?
22 :55	S	Ben... J'sais pas trop là... J'ai dit ça parce que j'le pensais mais en même temps j'avais un doute aussi que ça serait pas égal.

Le sujet #2 prévoit la même température pour les deux substances mais il a des doutes (« Je sais pas si ça se fait»). Après vérification, il confirme qu'il n'adhérait pas vraiment à cette hypothèse.

Ici, le 5^e critère (déclaration rejetée) ne s'applique pas puisque le sujet a rejeté son hypothèse après la mesure de la température.

Sujet #4 – passage #38		
38 :41	S	(silence 16 secondes) Ben dans le bécher A (eau bouillante) ça semble être de l'eau. Ben le bécher B (azote liquide), je sais pas, ça pourrait aussi être de l'eau, ben je sais pas quelle substance ça pourrait être

Il croit que la substance B pourrait être de l'eau mais il n'est pas certain alors il ajoute « je sais pas quelle substance ça pourrait être ». Autrement dit, il adhère peu à cette hypothèse.

Sujet #4 – passage #25		
44 :10	S	Ben si on la faisait chauffer (l'azote liquide), qu'est-ce que ça donnerait?
44 :13	I	Si on chauffait ça (l'azote liquide)?
44 :14	S	Oui
44 :15	I	Ok.
44 :16	S	Sur la plaque chauffante, mais je sais pas, peut-être que ça deviendrait juste de l'eau normale. Peut-être, mais je sais pas

Le sujet #4 n'adhère pas à son hypothèse concernant le chauffage de l'azote liquide.

Sujet #5 – passage #12		
14 :54	I	Puis si on revenait demain, qu'est-ce qu'on verrait à ton avis?
14 :57	S	Ça (glace normale) ça serait de l'eau puis l'autre (glace sèche), je suis pas sûr, ça se peut que ça soit de la glace

Le sujet #5 propose une hypothèse sans conviction.

Sujet #5 – passage #41		
15 :02	I	De la glace? Comme l'autre (glace)? Ça resterait comme ça?
15 :05	S	Non peut-être ça serait fondu, je suis pas trop sûr

Le sujet #5 propose une hypothèse sans conviction.

4.5.5 Passages associés au critère 5 : rejette rapidement sa déclaration

Rappel de la définition du critère : le sujet n'adhère plus à la déclaration qu'il vient de proposer. Le sujet peut explicitement la rejeter ou simplement s'en désintéresser. S'il s'en désintéresse, il faut qu'il soit clair que le sujet n'accorde plus d'importance à sa déclaration.

Sujet #1 – passage #29		
14 :48	I	C'est ça? Et, en se réchauffant, bon ok ça va peut-être prendre plus de temps, d'après ce que tu dis le givre va garder le froid plus longtemps, mais en se réchauffant qu'est-ce qui se passerait à ton avis?
15 :00	S	Ben je le sais pas là. Ça deviendrait de l'eau normale. (Silence 6 secondes)
15 :09	I	Qu'est-ce qui te permet d'arriver à cette conclusion-là, qu'en se réchauffant ça mènerait à de l'eau normale?
15 :19	S	Ben à moins que ça soit gelé, que ça soit quelque chose d'autre. Mais...
15 :30	I	Tu dis « à moins que ça soit quelque chose d'autre »
15 :31	S	Ben à moins que ça soit quelque chose d'autre qui soit gelé.
15 :39	I	As-tu des exemples de ce qui pourrait être gelé?
15 :42	S	Non. Mais ça deviendrait de l'eau normale parce que c'est de la glace puis que ça fond... c'est dans une pièce en haut du point de congélation.

Le sujet produit une première déclaration (« ça deviendrait de l'eau normale »), passe à une seconde déclaration concurrente (« à moins que ça soit d'autres choses qui soit gelé ») avant de revenir à sa première idée. Le sujet se désintéresse de sa deuxième déclaration.

Sujet #1 – passage #8		
	I	(Interviseur apporte l'azote liquide)
24 :02	S	C'est bouillant! (silence 7 secondes). Ça bouille?
24 :12	I	Ok. Toi tu dis que ça bouille!
24 :15	S	Non ça bouille pas
24 :20	I	Au départ tu disais que ça bouillait
24 :24	S	La vapeur est pas froide, elle est pas chaude je veux dire.

À première vue, le sujet #1 constate l'ébullition. Il rejette explicitement son observation (qui était fidèle à la réalité) en constatant que la vapeur n'est pas chaude.

Sujet #2 – passage #6		
1 :13	I	Toi tu dis... Attends, tu dis que c'est les mêmes substances pis tu dis que dans le A (glace normale) ça doit être de l'eau. Ben si c'est les mêmes substances, ça veut dire que tu penses que dans le B (glace sèche) aussi c'est de l'eau
1 :42	S	Oui oui oui
1 :43	I	Ok donc dans les 2 ça serait de l'eau
1 :45	S	Oui
(plus loin)		
5 :14	I	Ce qui te fait croire que c'est la même chose c'est quoi?
5 :19	S	C'est que les deux ont des glaçons dedans
5 :24	I	Les deux ont des glaçons dedans...
5 :28	S	Ou bien c'est peut-être pas la même substance qui est dedans. Peut-être que d'un bord c'est une autre chose pis de... que la A (glace normale) c'est des glaçons pis la B (glace sèche) c'est autre chose. Mais chuis quasiment sûr que c'est pas normal parce que y'a des glaçons, fait que...
5 :48	I	Comment ça se fait que là, t'entrevois la possibilités que dans le B (glace sèche) ça serait autre chose que des glaçons?
5 :54	S	Parce que y'a... C'est pas pareil que dans le A (glace normale)... Le B (glace sèche) a de la neige puis le A (glace normale) en a pas. Moi la seule explication que j'aurais eue c'est que y'auraient pas été mis en même temps mais là s'ils ont été mis en même temps ça mélange un peu mes affaires!

La première déclaration de le sujet #2 (« les deux substances sont faites de glace d'eau ») est rejetée (« Ou bien c'est peut-être pas la même substance qui est dedans ») et contredite (« pis la B c'est autre chose »).

Sujet #2 – passage #30		
6 :29	I	Qu'est-ce que tu pourrais faire pour savoir ce que c'est (les deux substances)?
6 :30	S	(silence 8 secondes) Ben peut-être en regardant... On voit que c'est de la neige par exemple.. À moins que ça soit d'autre chose mais c'est carrément de la neige.

Pendant un instant, le sujet #2 envisage que ce qu'il observe soit autre chose que de la neige mais il rejette cette idée et revient vite à sa première impression. Il est étonnant que le sujet #2 envisage que la neige soit autre chose étant donné sa grande conviction en ce qu'il voit.

Sujet #2 – passage #2		
O :32	I	Alors j'aimerais ça savoir d'abord... Est-ce que tu penses que les deux substances sont les mêmes?
I :13	S	Ben, c'est sûr que c'est de l'eau. Dans le A (bécher de glace normale) c'est de l'eau, à mon avis. Mais dans le B (bécher de glace sèche) ça doit être de l'eau mais p'tête que ça fait plus longtemps qu'est dans le congélateur. T'es as préparés en même temps.
(Plus loin)		
11 :12	S	P'tête que c'est pareil mais B (les glaçons de glace sèche) doit geler d'une autre manière.
11 :16	I	Tu veux dire peut-être que c'est pareil à ça?
11 :19	S	Ouais
11 :20	I	Comment est-ce que ça pourrait geler d'une autre manière?
11 :22	S	(Silence 4 secondes) Ou bien peut-être que les glaçons qu'il y a là (dans le bécher de glace normale) ben ils étaient sûrement déjà gelés
11 :33	I	Ok. Tu veux dire les glaçons dans le bécher A (bécher de glace normale)?
11 :35	S	Ouais ils (les glaçons d'eau) étaient sûrement déjà gelés parce que la manière qu'ils sont mis ils étaient déjà gelés quand t'es a mis, pis ici (dans le bécher de glace sèche) aussi sauf que eux (les glaçons de glace sèche) ça faisait p'tête plus longtemps que y étaient gelés avant que t'es aille mis la-dedans. Ça ça a fait que en plus que t'es aille mis au froid ça a fait de la neige autour.

Après un court silence, le sujet #2 se désintéresse de sa première hypothèse (« B doit geler d'une autre manière ») et revient avec sa première explication de l'entretien, à savoir que la glace sèche a été gelée depuis plus longtemps que la glace ordinaire. Il ne s'agit pas d'une nouvelle perspective parce qu'elle a été envisagée dès le début de l'entretien.

Sujet #2 – passage #7		
12 :29	I	Ok. Tantôt tu me disais « ben p'tête que c'est parce que les glaçons sont plus petits et plus nombreux ben, ça fait plus froid »
12 :38	S	Ouain, ben, non, j'efface cette p'tite théorie parce que y'a l'air a en avoir quand même pareil parce que eux sont plus gros eux sont plus petits quand t'en as deux p'tits ça fait un gros. En tout cas. Chuis mieux avec ce que je viens juste de dire.

Le sujet #2 rejette sa déclaration que je lui ai rappelée : il préfère sa déclaration concurrente.

Sujet #2 – passage #40		
28 :13	I	Ma question c'est « est-ce que les deux substances sont les mêmes, à ton avis? »
28 :17	S	Ça j' pense que ça (azote liquide) avant c'était de la glace.
28 :21	I	Euh pardon? Ce qui est dans le B (bêcher d'azote liquide)?
28 :23	S	Ouain ce qui est dans le B (bêcher d'azote liquide) j' pense que c'était de la glace avant parce que ça fait beaucoup de boucane et j'ai mis ma main et je trouve ça assez froid. C'est gelé.
28 :37	I	Donc pour toi ça nous dit que c'est de la glace, c'était de la glace.
28 :40	S	Oui pis ça a pas l'air chaud non plus. J'aime mieux pas mettre mes mains. Mais j' veux dire, ça a pas l'air chaud. Si c'est chaud, on va le savoir là!
28 :50	I	Puis euh... Tu penses que c'était de la glace.
28 :57	S	Oui je pense que c'était de la glace avant
28 :58	I	Tu te fies à quoi pour dire ça?
29 :01	S	Euh ben, la boucane que ça a fait. À moins que ça soit le contraire : c'était de l'eau chaude puis que t'aies mis de la glace. J' pense que ça aurait fait la même chose.

Le sujet rejette sa première déclaration « c'était de la glace avant » et déclare une proposition incompatible « c'était de l'eau chaude » : il envisage une possibilité (on l'a chauffée) et son contraire (on l'a refroidie). Ce n'est pas le critère 6 qui s'applique parce que son affirmation « À moins que ça soit le contraire : c'était de l'eau chaude puis que t'aies mis de la glace » n'est pas d'une nouveauté qui sort de nulle part. Elle est connectée à son affirmation précédente. Il y a contradiction mais pas contraste.

Sujet #2 – passage #9		
40 :39	I	Si t'étais capable de prendre le contenu du bêcher A (eau bouillante), qui est en train de bouillir, puis de le refroidir, refroidir, refroidir, jusqu'à -173, qu'est-ce que ça ferait à ton avis?
40 :49	S	Ça ferait des bulles
40 :51	I	Ça ferait des bulles?
40 :52	S	Ah non parce que c'est pas le même liquide

Le sujet #2 se rétracte rapidement en se rappelant que la nature des deux substances est différente.

Sujet #3 – passage #33		
7 :55	S	Ish!! Ça (glace normale) en tout cas c'est obligé que ça soit en-dessous de moins zéro à cause de la glace puis ben de la glace c'est en dessous de moins zéro °C. Lui (glace sèche), j'peux pas te dire vraiment mais c'est sûr que ça va être en-dessous un peu plus en dessous de moins 50°C à cause que à être froid comme ça puis à pas être encore en train de fondre c'est sûr que ça va être au moins un peu plus loin que moins 50°C.
(Plus loin)		
15 :20	I	Pour les température tu m'avais dit que ça c'était probablement au-dessus de.. ben dans le bout de moins 50°C, même peut-être plus froid mais est-ce que tu penses encore ça?
15 :32	S	Ben là non parce que je viens de savoir qu'ils doivent être de la même température à cause que même si ça c'est pareil pis ils étaient dans le même seau c'est sûr que ça va être de la même euh...de la même euh... ben de la même chaleur.
15 :52	I	Ok. Donc t'es sûr que ça va être de la même chaleur?
15 :55	S	Ben un peu ça dépend un peu parce là plus je trouve... Lui (bêcher de glace sèche) je trouve qui est un peu plus froid que lui (bêcher de glace normale) à cause c'est sûr c'est quand même de l'artificiel pis tu te rends compte que c'est comme beaucoup plus froid que la normale.

À 15 :32, le sujet #3 propose que les deux substances seront à la même température et, une question plus tard, change d'idée et affirme avec conviction l'inverse. Il s'agit donc d'une situation où le sujet se désintéresse de sa déclaration.

Sujet #3 – passage #37		
32 :04	I	Ça pourrait-tu être du Sprite très très froid?
32 :07	S	Sûrement ça peut dépendre
32 :11	I	De...
32 :13	S	Euh! Ben ça je peux pas vraiment savoir mais ça dépend, comment je pourrais dire ça, oui ça se pourrait mais non ça ne se peut pas à cause que à être froid comme ça ça serait de la glace en ce moment.
32 :32	I	Le Sprite serait de la glace
32 :33	S	Ouais il serait rendu de la glace
32 :37	I	Ça ce que tu viens de me dire là, est-ce que tu viens d'inventer cette réponse là. Comment tu l'as sentie venir cette réponse-là à ma question « Est-ce que ça pourrait être du Sprite? »?
32 :46	S	Ben en tenant compte que j'ai déjà essayé une fois là j'ai laissé un Sprite dans un congélateur à cause que je voulais en boire le plus vite possible sauf que je l'avais oublié là puis quand je l'avais pris ça faisait p'tête deux heures qu'il était dedans puis toute qui était dedans j'étais pas capable de l'ouvrir parce que c'était de la glace
33 :02	I	Ok mais est-ce que ça faisait comme ça?
33 :04	S	Euh! Ben...que.. quand il est froid puis il vient de sortir juste du frigo, ben ça ça fait du pétillant comme qu'il est là, tandis que si on regardrait gelé gelé gelé tu verrais encore les bulles mais c'est rendu juste de la glace tandis que ça (azote liquide) c'est même pas de la glace puis vois déjà toute le pot y est déjà rendu toute en glace.

Le sujet #3 rejette sa première idée (« Ça peut sûrement être du Sprite ») en précisant « non ça ne se peut pas [...] ». Le reste de l'extrait vient supporter qu'il ne s'agit pas de la liqueur Sprite (marque de commerce).

Sujet #4 – passage #18		
36 :02	S	C'est de l'eau à ébullition. Non je pourrais pas dire que c'est à ébullition. Ça a de l'air froid. (silence)
36 :23	I	Là dis-moi ce qui te passe par la tête. Là tu penses à plein de choses. Qu'est-ce que tu te dis?
36 :28	S	Je dis que c'est froid. C'est comme de l'eau froide à ébullition. Mais ça se peut pas.

Le sujet #4 rejette rapidement l'idée qu'il est témoin d'une ébullition. Il revient à la charge en disant « C'est comme de l'eau froide à ébullition » et rejette à nouveau cette possibilité : « Mais ça ne se peut pas ». Le sujet #4 adhère fortement à sa déclaration : « c'est froid » alors le critère 4 ne s'applique pas pour cette déclaration seulement. Lorsque le sujet #4 affirme que c'est « comme de l'eau froide à ébullition », il produit une comparaison avec un phénomène qu'il connaît mais en montre les limites (« mais ça ne se peut pas »). Ce passage ne nous paraît pas aussi important que le premier (première ligne) alors qu'il décrit vraiment ce qu'il voit en face de lui. Il y a ambiguïté entre les critères 4 et 5 et cette ambiguïté est discutée dans la section 4.6 « Difficultés rencontrées lors de la reconnaissance des déclarations précaires ».

Sujet #4 – passage #36		
37 :29	I	Est-ce que tu penses que les deux substances, dans le bécher A (eau bouillante) et B (azote liquide), sont les mêmes substances?
37 :35	S	Non. Non. Ça je pense vraiment pas.
37 :40	I	Ok comment tu vois ça?
37 :41	S	Je vois que cette eau là (eau bouillante), quand ça va être à ébullition ça va être vraiment chaud (inaudible) mais la buée qui sort de ce bécher là (bécher d'azote liquide) tombe vers le bas ça veut dire que c'est froid.
37 :55	I	Ok, mais ça pourrait pas être les mêmes substances?
37 :58	S	Ben ça pourrait, ça pourrait mais y'en aurait une beaucoup plus froide que l'autre.

Le sujet #4 « ne pense vraiment pas » que les substances puissent être les mêmes; l'instant d'après il considère l'inverse. Il a donc rejeté l'idée que les substances étaient différentes en se contredisant.

Sujet #4 – passage #39		
40 :02	S	Ben p'tête qu'elle a été vraiment gelée vraiment vraiment mais euh.. comment je pourrais dire ça, vite.
40 :56	I	Ok puis ça ça pourrait être parce que ça a été préparé rapidement
41 :00	S	Ça pourrait ben sinon ça pourrait être d'une autre manière que je connais vraiment pas

Il produit une hypothèse concernant la vitesse de refroidissement; ensuite, il envisage, de façon plus générale, « une autre manière ». Autrement dit, il n'accorde pas d'attention à sa première hypothèse. L'extrait doit être ambigu puisque pour le codeur, aucun critère ne s'applique clairement. Cette question est discutée dans la section 4.6 « Difficultés rencontrées lors de la reconnaissance des déclarations précaires ».

Sujet #6 – passage #10		
24 :54	S	J'sais pas moins 100°C
24 :56	I	-100°C. Ok on essaye ça?
24 :58	S	C'est sûr c'est pas moins 100°C . C'est sûr que c'est plus froid ou moins froid aussi. (inaudible)

Le sujet rejette rapidement sa prévision.

Sujet #7 – passage #14		
9 :22	I	Puis là... Ici, tu observes que dans le fond il y a de l'eau, puis lui, tu peux pas y toucher mais je l'incline là... Là dans le fond, y a-tu de l'eau? Non il n'y a pas l'air d'avoir de l'eau hein! Comment ça se fait qu'il n'y a pas d'eau? Tantôt tu disais que c'était peut-être de l'eau ou de l'eau mélangée à autre chose. Comment ça se fait qu'il n'y en a pas?
9 :50	S	Ben c'est peut-être... Un autre substance qui est gelée mais qui ne fond pas...
10 :00	I	Euh, tantôt tu disais c'est peut-être un autre produit qui est mélangé à l'eau
10 :06	S	Ouain qui... On pourrait dire comme l'eau ça a fait geler mais l'autre produit ça empêche de fondre

Le sujet se désintéresse de sa première déclaration qui ne mettait en cause qu'une seule substance, ce qui se rapproche de la réalité, la substance solidifiée étant du dioxyde de carbone. Il passe à une deuxième déclaration où un autre produit est ajouté à l'eau.

4.5.6 Passages associés au critère 6 : propose une déclaration qui aborde le problème autrement (nouvelle perspective)

Rappel de la définition du critère : la déclaration du sujet constitue une nouveauté par rapport aux déclarations antérieures. La nouveauté est remarquable par le contraste (le changement de perspective) entre le contenu de la nouvelle déclaration et le contenu des déclarations antérieures. On a l'impression que la déclaration « sort de nulle part ». Pour respecter ce critère, il faut également que la déclaration soit tardive, c'est-à-dire que le sujet aurait pu la proposer plus tôt dans la discussion.

Sujet #2 – passage #28		
8 :56	S	Ben. Si B (glace sèche) c'est des glaçons, A (le b�cher de glace normale) devrait être pareil pis si A (glace normale) c'est juste des glaçons, B (le b�cher de glace sèche) devrait être pareil. Fait que... C'est (silence 12 secondes). Peut-être que c'est juste que y'a plus de glaçons dans lui (b�cher de glace sèche).
(Plus loin)		
9 :35	I	Ok. Qu'est-ce qui t'as fait penser que c'était peut-être une question de quantité?
9 :38	S	Ben ils ont l'air plus petit pis il y a l'air d'en avoir un peu plus (de glaçons dans le b�cher de glace sèche)

Le sujet #2 cherche une différence entre les deux substances qui pourrait rendre compte de la présence de givre uniquement autour du b cher de glace sèche. Après un long silence, il déclare qu'il pourrait s'agir d'une question de quantité. Cette déclaration constitue une nouvelle perspective dans la mesure où elle fait contraste avec les hypothèses antérieures; de plus, elle aurait pu être évoquée jusqu'à neuf minutes plus tôt dans l'entretien.

Sujet #4 – passage #13		
49 :35	S	Ouais sinon ça pourrait être pas de l'eau comme une sorte, je veux dire, une autre eau
49 :43	I	Une autre eau. Ok.
49 :45	S	Une eau bizarre
49 :46	I	Une eau bizarre
49 :47	S	C'est bizarre parce que je la connais pas

Il s'agit ici d'une déclaration qui contraste avec le reste des positions entretenues par le sujet #4 durant la rencontre. Pour la première fois, il envisage que l'azote liquide puisse être d'une nature différente. Voici ce que le codeur pense de cet extrait : « Il m'était impossible de dire que cet extrait correspondait au critère 6. En effet, n'ayant pas le numéro du sujet   ma

disposition, il m'était impossible de mettre l'extrait #13 dans le contexte des déclarations antérieures du sujet. » En effet, ici, le passage 13 doit être remis dans son contexte de l'entretien au complet pour en saisir le sens de « nouveauté ». La question du contexte est discutée dans la section 4.6 « Difficultés rencontrées lors de la reconnaissance des déclarations précaires ».

Sujet #6 – passage #5		
38 :37	S	C'est peut-être une substance différente? Ça (l'azote liquide dans le bécher C) c'est de l'azote mais ça (la glace sèche dans le bécher B) c'est peut-être pas de l'azote.
38 :46	I	[...] Tu dis dans le C c'est de l'azote puis dans le B c'est peut-être pas de l'azote.
38 :54	S	Oui
38 :55	I	Donc là t'en arrive à une nouvelle piste
38 :59	S	Oui

Dans cet exemple, le sujet en arrive avec la clé du problème tardivement dans la rencontre. Cette hypothèse où la nature des deux substances diffère est radicalement nouvelle dans la discussion et il le reconnaît.

4.5.7 Compilation des résultats

Nous avons compilé nos résultats finaux dans le tableau 4.3. Ce tableau présente, pour chacun des 41 passages tirés des sept entretiens d'explicitation, le critère de reconnaissance des déclarations précaires qui a été retenu par le codeur externe (✓) et par les chercheurs (x). Sur la dernière ligne du tableau figure le total des codes pour chacun des critères.

Tableau 4.3
Tableau de codification des 41 passages

Passages	Critère 1	Critère 2	Critère 3	Critère 4	Critère 5	Critère 6
1	x√					
2					x√	
3				x√		
4				x√		
5						x√
6					x√	
7					x√	
8					x√	
9					x√	
10					x√	
11		x√				
12				x√		
13			√			x
14					x√	
15	x√					
16	x√					
17	x√					
18				√	x	
19			x√			
20			x√			
21			x√			
22				x√		
23		x√				
24	x√					
25				x√		
26		√	x			
27				x√		
28						x√
29					x√	
30					x√	
31		x√				
32				x√		
33					x√	
34	x√					
35			x√			
36					x√	
37					x√	
38				x√		
39				√	x	
40					x	√
41				x√		
Total	x=6; √=5	x=3; √=4	x=5; √=5	x=9; √=11	x=15; √=12	x=3; √=3

x : codes attribués par l'intervieweur √ : codes attribués par le codeur externe

En définitive, 36 passages sur 41 (88%) étaient codés par le même critère chez le codeur externe et chez les chercheurs. Nous interprétons ces résultats de la façon suivante : dans 88% des cas, les définitions des critères de reconnaissance des déclarations précaires ont permis d'obtenir un consensus en ce qui a trait à l'attribution d'un critère à un passage. Dans 12% des cas, les définitions ne nous permettent pas un tel consensus; les raisons relèvent de certaines difficultés qui sont soulevées dans la section suivante.

4.6 Difficultés rencontrées lors de la reconnaissance des déclarations précaires

Déterminer si un élève construit une réponse instantanément est forcément subjectif. Il faut tenir compte des habitudes langagières de l'élève (telles les hésitations « normales » et les phrases tronquées), du sens qu'il accorde aux mots qu'il utilise (« un gaz », « le froid »...) et d'un problème esquivé partiellement par les dispositions de l'entretien d'explicitation : le sujet ne dit pas forcément ce à quoi il croit vraiment. Par ailleurs, les interprétations des transcriptions écrites ne tiennent pas compte de l'information non verbale non transcrite. Cette information « silencieuse » peut parfois en dire long à propos du niveau de confiance du sujet face à ses propres affirmations.

C'est dans le but de mieux cerner l'instantanéité de la construction de la réponse que nous avons proposé le concept de déclaration précaire. Cette proposition se veut un outil qui permet de compter sur des balises préalablement définies, les six critères de reconnaissance, pour statuer à propos de l'instantanéité d'une construction avec davantage d'objectivité. Par contre, malgré nos efforts de concision, les définitions proposées demeurent elles-mêmes sujettes à l'interprétation de leur utilisateur.

Malgré la fidélité interjuge de 88 %, la précarité des déclarations des sujets n'est pas toujours évidente. En effet, nos six critères de reconnaissance des déclarations précaires ne nous permettent pas d'arriver à un consensus total, et ce, pour trois raisons : le contexte dans lequel la déclaration précaire est produite peut teinter l'interprétation, les propos des sujets ou

de certaines définitions des critères peuvent être source d'ambiguïté, et les situations où plusieurs critères sont applicables peuvent entraîner des divergences entre les codeurs. Ces trois raisons sont explorées dans les prochains paragraphes.

4.6.1 Difficultés dues au contexte

Le codeur qui lit le passage retiré de son contexte de l'entretien d'explicitation au complet n'accède qu'à une partie de la construction de la réponse. La figure 4.2 représente sommairement la complexité du contexte d'élaboration d'une réponse par un sujet.

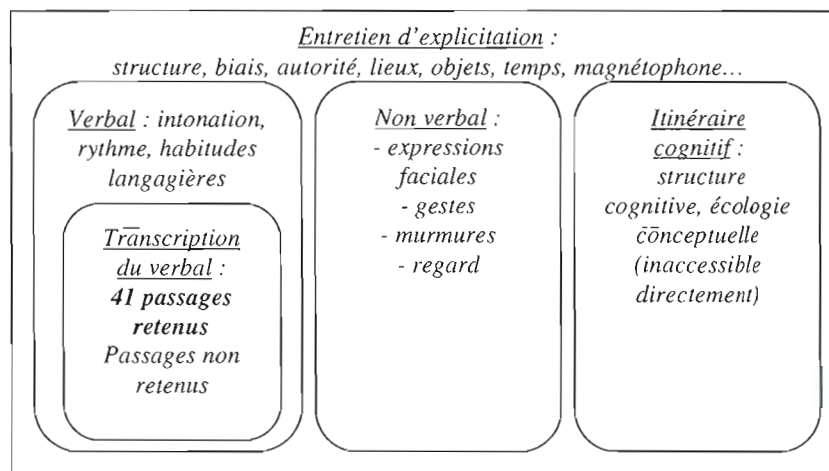


Figure 4.2 La complexité du contexte de construction de la réponse.

Ainsi, les 41 passages retenus pour la codification font partie d'un ensemble beaucoup plus large : la transcription entière de l'entretien d'explicitation (appendice C). Cette transcription ne tient compte que d'une partie de l'information verbale. D'autres composantes de l'entretien d'explicitation font partie du contexte et ne sont pas considérées lors de la codification : l'information non verbale, les conditions d'entretien et autres variables non contrôlées.

Dans le but de montrer en quoi le contexte peut affecter le choix du critère, nous présentons ici un extrait qui survient vers la fin d'un entretien avec le sujet #4. Ce dernier tente depuis une dizaine de minutes d'expliquer le comportement étonnant de l'azote liquide. Après plusieurs hypothèses, il déclare :

Sujet #4 – passage #13		
49 :35	S	Ouais sinon ça pourrait être pas de l'eau comme une sorte, je veux dire, une autre eau
49 :43	I	Une autre eau. Ok.
49 :45	S	Une eau bizarre
49 :46	I	Une eau bizarre
49 :47	S	C'est bizarre parce que je la connais pas

Nous avons associé ce passage au critère 6 « Propose une déclaration qui aborde le problème autrement (nouvelle perspective) » tandis que le codeur externe a retenu le critère 3 « Reconnaît que sa déclaration est partielle ». Pris hors contexte, le passage peut être interprété de la façon suivante : le sujet est partiellement satisfait de sa réponse et qu'il se voit bloqué « parce qu'il ne la connaît pas (l'autre sorte d'eau) ». Selon cette perspective, le critère 3 s'applique. Cependant, si on considère l'ensemble de l'entretien, on voit qu'après près de 50 minutes, le sujet en vient à considérer qu'il puisse être question d'une substance différente que de l'eau (il s'agit effectivement d'azote). Il est donc question d'un changement de perspective radical et tardif et le critère 6 s'applique tout à fait.

4.6.2 Difficultés dues à l'ambiguïté des propos et/ou des définitions

La deuxième raison pour laquelle certains passages sont codés différemment relève de l'ambiguïté des propos des sujets. L'extrait qui suit illustre cette réalité :

Sujet #6 – passage #26		
16 :46	S	Ben moi je dirais que. Non ben ce que je pense que c'est, c'est que ça (glace sèche) c'est de la glace sèche pis la glace sèche c'est l'ait de, c'est de l'azote liquide gelé. C'est ça que je pense, c'est vague, mais....

Le sujet utilise le terme « vague » pour exprimer son insatisfaction à l'endroit de son explication. Ici, on peut considérer qu'il « exprime son incapacité à présenter une déclaration plus cohérente » (critère 2) ou qu'il « reconnaît que sa déclaration est partielle » (critère 3). Le passage ne permet pas de statuer sur le critère applicable à cause de son ambiguïté. Il est également possible de rendre compte du problème autrement : les définitions des critères manquent peut-être de précision. En empruntant une expression propre à la microscopie, on peut avancer qu'une définition d'un critère de reconnaissance présente une bonne « limite de résolution » si elle permet de discerner avec grande précision un élément qui appartient à son critère.

En ce qui concerne le passage 39, les définitions des critères de reconnaissance des déclarations précaires ne permettent pas de trancher entre les critères 4 et 5.

Sujet #4 - passage #39		
40 :02	S	Ben p'tête qu'elle a été vraiment gelée vraiment vraiment mais euh.. comment je pourrais dire ça, vite.
40 :56	I	Ok puis ça ça pourrait être parce que ça a été préparé rapidement
41 :00	S	Ça pourrait ben sinon ça pourrait être d'une autre manière que je connais vraiment pas

Le sujet produit une hypothèse concernant la vitesse de refroidissement; ensuite, il envisage, de façon plus générale, « une autre manière ». Autrement dit, il n'accorde pas d'attention à sa première hypothèse. Le critère 5 : « rejette rapidement sa déclaration » s'applique. On peut également considérer que le sujet n'adhère pas à sa déclaration (critère 4). En effet, le sujet reconnaît que son explication n'est pas nécessairement la bonne puisqu'il ajoute « ça pourrait être d'une autre manière... ». Les propos du sujet étant ambigus et les définitions des critères de reconnaissance étant « perméables », on ne peut pas choisir entre les deux critères sans qu'un doute persiste.

Dans le cas du passage 40 qui suit, ce sont les critères 5 et 6 qui sont confondus à cause de l'extrait vague et des définitions perméables :

Sujet #2 – passage #40		
28 :13	I	Ma question c'est « est-ce que les deux substances sont les mêmes, à ton avis? »
28 :17	S	Ça j'y pense que ça (azote liquide) avant c'était de la glace.
28 :21	I	Euh pardon? Ce qui est dans le B (bécher d'azote liquide)?
28 :23	S	Ouain ce qui est dans le B (bécher d'azote liquide) j'y pense que c'était de la glace avant parce que ça fait beaucoup de boucane et j'ai mis ma main et je trouve ça assez froid. C'est gelé.
28 :37	I	Donc pour toi ça nous dit que c'est de la glace, c'était de la glace.
28 :40	S	Oui pis ça a pas l'air chaud non plus. J'aime mieux pas mettre mes mains. Mais j'veux dire, ça a pas l'air chaud. Si c'est chaud, on va le savoir là!
28 :50	I	Puis euh... Tu penses que c'était de la glace.
28 :57	S	Oui je pense que c'était de la glace avant
28 :58	I	Tu te fies à quoi pour dire ça?
29 :01	S	Euh ben, la boucane que ça a fait. À moins que ça soit le contraire : c'était de l'eau chaude puis que t'aies mis de la glace. J'y pense que ça aurait fait la même chose.

Le sujet rejette sa première déclaration « c'était de la glace avant » et déclare une proposition incompatible « c'était de l'eau chaude » : il envisage une possibilité (on l'a chauffée) et son contraire (on l'a refroidie). Selon cette perspective, le critère 5 s'applique. Par contre, il est possible d'envisager que le sujet fasse appel à un nouvel élément dans son discours (critère 6). En effet, quand l'intervieweur demande au sujet sur quoi il se fie pour produire sa déclaration, il hésite avant de répondre. Une fois qu'il dévoile son indice, il réalise que son indice pourrait vouloir dire le contraire de ce qu'il essayait de démontrer. Sa réflexion suivante est donc un élément nouveau de son discours, quelque chose qu'il aurait facilement pu emmener plus tôt dans la discussion s'il y avait réfléchi avant qu'il ne soit forcé à le faire.

4.6.3 Difficultés dues aux codifications multiples

En troisième lieu, certains passages sont riches en indices de déclarations précaires de sorte qu'une codification multiple est parfois envisageable. Nous avons tenté d'exclure tous ces passages dans notre sélection des 41 passages de départ. Malgré nos efforts, dans l'exemple qui suit, deux codifications sont envisageables (critères 4 et 5) étant donné les affirmations du sujet.

Sujet #4 – passage #18		
36 :02	S	C'est de l'eau à ébullition. Non je pourrais pas dire que c'est à ébullition. Ça a de l'air froid. (silence)
36 :23	I	Là dis-moi ce qui te passe par la tête. Là tu penses à plein de choses. Qu'est-ce que tu te dis?
36 :28	S	Je dis que c'est froid. C'est comme de l'eau froide à ébullition. Mais ça se peut pas.

Dans cet extrait, on peut considérer que la déclaration « C'est de l'eau à ébullition » est précaire puisqu'elle est immédiatement rejetée (critère 5) : « Non je pourrais pas dire que c'est à ébullition ». Par contre, en focalisant notre attention sur la dernière ligne, on découvre un sujet hésitant qui n'adhère pas (critère 4) à sa déclaration : « je dis que c'est froid ».

Dans un passage non retenu pour la codification, nous avons associé jusqu'à trois critères (critères 1, 5 et 6) à une même réplique.

Sujet #5 – passage non retenu		
53 :07	I	Au début quand je l'ai apporté, t'as dit que c'était chaud parce que c'était sûrement sur une plaque chauffante ou dans un, sur un four... Finalement, qu'est-ce que tu te rends compte là?
53 :22	S	Ça se peut que ça soit dans quelque chose de froid, dans quelque chose pacté de glace, mais... Ça se peut que ça soit un produit spécial que tu peux chauffer ça va geler.

Le sujet 5 imagine un « produit spécial » qui présenterait la propriété recherchée pour rendre compte du phénomène. Aucune précision n'accompagne cette déclaration, ce qui en fait une déclaration autosuffisante (critère 1). De plus, comme la déclaration autosuffisante est également une nouvelle perspective qui arrive tard dans l'entretien, le critère 6 s'applique. Finalement, on reconnaît le critère 5, car le sujet se désintéresse de sa première déclaration (« quelque chose pacté de glace ») et en propose une deuxième (le « produit spécial »).

En définitive, malgré les discussions que nous avons entretenues avec le codeur, cinq passages demeurent codés différemment. Un passage diffère à cause du contexte dans lequel s'insère ce passage. Dans un autre passage, on reconnaît deux critères selon la partie analysée. En ce qui concerne les trois derniers passages, les définitions proposées ne permettent pas de trancher entre deux critères parce que les limites de résolution des

définitions sont insuffisantes considérant l'ambiguïté des extraits. Ces différences sont présentées dans le tableau 4.4.

Tableau 4.4
Passages codés différemment : synthèse des différences

Numéros des passages divergents	Explications des différences
13	Prise en compte du contexte
18	Codification multiple
26	Ambiguïté de l'extrait ou des définitions
39	Ambiguïté de l'extrait ou des définitions
40	Ambiguïté de l'extrait ou des définitions

Le critère présentant la moins grande exclusivité est le critère 5 : ce critère est impliqué dans trois des cinq passages qui ne font pas unanimité. Le critère qui est le plus exclusif est le critère 1 : il n'est impliqué dans aucun passage divergent. Ce critère présente donc la plus grande « limite de résolution ».

En résumé, les définitions des critères de déclaration précaire ne permettent pas toujours d'associer un seul critère à un passage. Il est possible que le contexte soit le facteur en cause. Nous avons également soulevé la possibilité que ce soit l'ambiguïté des propos des sujets ou la perméabilité des définitions qui explique une codification divergente. Finalement, certains passages riches en instantanéité peuvent être associés à plusieurs critères. Étant donné que cinq passages n'ont pas été codés de façon identique, nous les avons exclus pour la suite de l'analyse.

4.7 Résultats de la codification des passages

Pour chacun des 36 passages retenus conjointement, nous y avons associé le critère de déclaration précaire qui nous semblait le plus conforme à sa définition. Le tableau 4.5 qui suit présente une synthèse des résultats obtenus. Les six critères de reconnaissance des déclarations précaires figurent dans la colonne de gauche; les sept colonnes du centre correspondent aux sept sujets qui ont été rencontrés lors du deuxième entretien

d'explicitation; les chiffres à l'intérieur du tableau correspondent au nombre de passages qui ont été associés à chacun des critères (par sujet); la colonne de droite rapporte le total des passages associés à chacun des critères; la rangée du bas présente le nombre total de passages issus d'une construction instantanée (par sujet).

Tableau 4.5
Distribution des critères selon les sujets (S)

Critères de reconnaissance des déclarations précaires	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	TOTAL
<i>Critère 1 : Produit une déclaration autosuffisante</i>			2	1		1	2	6
<i>Critère 2 : Exprime son incapacité à présenter une déclaration plus cohérente</i>		1		2				3
<i>Critère 3 : Reconnaît que sa déclaration est partielle</i>				1	1	2		4
<i>Critère 4 : Reconnaît qu'il n'adhère pas à sa déclaration</i>	4	1		2	2			9
<i>Critère 5 : Rejette rapidement sa déclaration</i>	2	5	2	1		1	1	12
<i>Critère 6 : Propose une déclaration qui aborde le problème autrement (nouvelle perspective)</i>		1				1		2
Nombre total de passages	6	8	4	7	3	5	3	36

On peut voir que certains critères sont plus fréquemment reconnus que d'autres dans les passages. Ensemble, les critères 4 et 5 représentent 58 % des déclarations précaires. Ceci signifie que dans 58 % des cas de déclarations précaires, les sujets produisent des déclarations auxquels ils n'adhèrent pas; ils vont même aller jusqu'à rejeter (critère 5) rapidement 57% de ces déclarations. Cette prépondérance des déclarations apparentées à des « tentatives » nous rappelle que, face à des phénomènes mystérieux et difficiles à expliquer, les sujets énoncent des possibilités sans repères conceptuels cohérents.

Le tableau 4.5 permet également de constater qu'il existe une variation entre les sujets en ce qui concerne leur production de déclarations précaires. Premièrement, certains sujets produisent des déclarations précaires selon leur « type préféré » : le sujet 1 n'adhère pas à ses déclarations quatre fois sur six et le sujet 2 rejette ses déclarations cinq fois sur huit. Deuxièmement, certains sujets produisent davantage de déclarations précaires que d'autres : les sujets 2 et 4 en produisent respectivement huit et sept, la moyenne étant d'environ cinq déclarations précaires par sujet pour un entretien d'une durée moyenne de 51 minutes. Les sujets 5 et 7 en produisent seulement trois chacun. Bien que le petit nombre de passages

répertoriés constitue une limite importante à la généralisation des hypothèses énoncées ci-dessus, elles permettent néanmoins de soulever des questions pertinentes à propos des différences interpersonnelles de déclarations précaires.

4.8 Résumé du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons précisé comment, à travers un processus dynamique d'échange entre les données et la théorisation, nous avons établi six critères de reconnaissance des déclarations précaires. Par la suite, nous avons soumis les 41 passages retenus à un codeur externe pour vérifier si les définitions faisaient commune interprétation. Nous avons obtenu une fidélité interjuge de 88 % après quelques mises au point. De plus, nous avons rendu compte des différences persistantes par trois explications : une prise en compte variable du contexte de la formulation de la réponse, par une codification multiple parfois applicable et par l'ambiguïté de certains passages ou des définitions les concernant. Finalement, nous nous sommes intéressés aux différences entre les sujets et avons constaté que la répartition des critères n'est pas uniforme entre eux.

CHAPITRE V

DISCUSSION

Dans ce chapitre, nous effectuons le pont entre le concept de déclaration précaire que nous avons proposé et les éléments du cadre conceptuel. Ce faisant, nous revisitons les objectifs de recherche que nous nous étions fixés. Ensuite, nous situons la déclaration précaire par rapport à d'autres constructions instantanées : les intuitions, les règles intuitives et les primitives phénoménologiques (p-prims). Nous terminons cette section en partageant quelques observations relatives à l'attitude générale des sujets lorsqu'ils sont confrontés à des phénomènes difficiles à expliquer.

5.1 De la structure cognitive à la déclaration précaire

Dans le cadre conceptuel, nous avons argué qu'une structure cognitive fragmentée pouvait être décelable par le caractère instantané (*on-the-fly*) de la réponse d'un sujet s'interrogeant à propos d'un phénomène scientifique. Inspirés par les indicateurs d'instantanéité de Southerland *et al.* (2001), nous avons proposé que la déclaration précaire constitue un type de réponse construite instantanément. D'après le seuil que nous avons établi, à chaque fois qu'une réponse présente un des six critères de reconnaissance des déclarations précaires, on peut penser qu'elle reflète une structure cognitive fragmentée.

5.2 Retour sur l'objectif de la recherche et la question de recherche

Rappelons l'objectif de la présente recherche : caractériser l'instantanéité de la construction des réponses des sujets qui sont exposés à des phénomènes contre-intuitifs de changement de phase. Pour atteindre cet objectif, nous avons formulé une question de recherche opérationnelle : « l'exposition à un phénomène contre-intuitif de changement de phase entraîne-t-il elle production de déclarations précaires? » Pour répondre à cette question, nous avons proposé six critères de reconnaissance des déclarations précaires.

Grâce à ce construit théorique, nous nous sommes entendus à 88 % quant à l'association entre les passages issus des entretiens et des critères de reconnaissance. Nous répondons donc par l'affirmative à notre question de recherche. Nous avons ainsi argué qu'il est possible de caractériser la structure « instable » des propos des sujets, ouvrant la porte à une analyse de l'itinéraire cognitif des sujets. La présence des déclarations précaires supporte la perspective d'une multitude d'éléments cognitifs (une écologie conceptuelle) faiblement reliés, conformément à la perspective KAE du changement conceptuel. Nous considérons que la déclaration précaire constitue un outil d'analyse simple pour vérifier si un sujet est en train d'inventer une réponse sur-le-champ, donc s'il en réfère à une structure cognitive fragmentée (KAE).

5.3 Types de réponses construites instantanément

Considérant que la déclaration précaire s'appuie sur la reconnaissance de six caractéristiques précises du discours d'un sujet, il nous apparaît plausible qu'il puisse exister plusieurs autres formes de réponses construites instantanément. Ces formes de constructions instantanées seraient fondées sur l'observation d'autres entités que celles que nous avons proposées. Dans le cadre conceptuel, nous avons évoqué certaines de ces entités : les intuitions, les règles intuitives et les p-prim. Dans les prochaines sections, nous montrons que ces entités peuvent être en cause lors de la construction instantanée de réponses. Il nous apparaît important de

comparer ces entités apparentées au concept de déclaration précaire afin de mieux préciser la place que celui-ci occupe parmi les entités conformes à la perspective KAE.

5.3.1 Réponses construites à partir de p-prims

Dans le cadre conceptuel, nous présentons un des éléments de niveau subconceptuel proposé par diSessa (1983) : la primitive phénoménologique (ou *p-prim*). Ces entités apparentées aux intuitions sont sollicitées de manière inconsciente, selon les besoins immédiats requis par la tâche.

Dépendamment du contexte, nous croyons qu'il est possible qu'une déclaration précaire soit produite sur la base d'une de ces p-prims. Lorsqu'un sujet produit une déclaration précaire à l'intérieur de laquelle on peut cibler une p-prim, ceci renforce l'idée que ce sujet présente une structure cognitive fragmentée. Voici un exemple tiré de l'entretien avec le sujet 7 :

Sujet 7 – passage non retenu		
43 :48	S	Vu que l'eau était très froide, était peut-être froide, ça réagit plus que comme si l'eau elle serait à température normale.

Ici, le sujet croit qu'un liquide très froid bout plus intensément qu'un liquide à température habituelle. DiSessa (1993) appelle ce type de relation causale « p-prim d'Ohm », en analogie avec la loi d'Ohm qui est connue dans le domaine de l'électricité. Dans ce domaine, cette loi stipule que le voltage est proportionnel à la résistance électrique et au courant électrique ($V=RI$). Dans l'extrait ci-dessus, l'affirmation du sujet s'apparente en structure à la loi de Ohm : le sujet pense que lorsque la température de l'eau diminue (« R »), il faut que l'intensité du bouillonnement (« I ») augmente pour obtenir l'effet d'ébullition (« V »).

En plus de s'appuyer sur une p-prim, la construction de la réponse du sujet #7 présente une caractéristique de la déclaration précaire : le critère de reconnaissance concerné par cet extrait est le critère 1 « produit une déclaration autosuffisante ». En effet, le sujet invoque cette

propriété de l'eau de bouillir plus violemment lorsqu'elle est froide, une propriété « spéciale » qu'il ne justifie pas.

Cet exemple montre qu'il est possible qu'une déclaration précaire présente également la structure d'une p-prim. En pareil cas, l'idée que cette déclaration reflète une structure cognitive de type KAE est encore plus plausible.

5.3.2 Réponses construites à partir d'intuitions

À la manière des p-prim proposées par diSessa, nous pensons que les intuitions telles que présentées par Fischbein (1994) peuvent contribuer aux constructions instantanées. Voici un exemple de manifestation d'une intuition chez le sujet #6 :

Sujet #6		
10 :31	S	Ben ça (Substance B) c'est sûr que c'est gelé.
10 :35	I	Pour toi c'est quoi gelé?
10 :36	S	Ben gelé c'est ça, en glace. Ça c'est... (silence 11 secondes)
10 :48	I	Puis pour toi, d'où ça vient l'idée que quand c'est gelé c'est en glace?
10 :54	S	Ben c'est la même chose! (rire) Ben messemble...
10 :58	I	Pour toi gelé veut dire en glace?
11 :02	S	Gelé... pas mal oui (rire)

Nous reconnaissons, dans cet exemple, l'association très forte que fait le sujet entre les mots « gelé » et « glace ». Pourtant, tout ce qui est gelé n'est pas en glace : une oreille ou une plante peuvent être gelées par l'action du froid sans présenter l'aspect de la glace. L'idée soutenue par le sujet #6 que « quand c'est gelé c'est en glace » semble être une intuition pour deux raisons : parce qu'elle est auto-explicative et le sujet est certain de sa réponse. Sa déclaration est auto-explicative parce qu'elle est : « [...] self-consistent, self-justifiable or self-explanatory⁶⁴ » (Fischbein, 1994, p.43) de la même manière que l'affirmation « un tout est plus grand que chacune de ses parties » est auto-explicative. Le sujet est également certain de sa réponse, une autre caractéristique des intuitions, conformément au principe énoncé par

⁶⁴ [...] elle est cohérente seule, n'exige pas de justification ni d'explications (trad. libre).

Fischbein (1994) : « [...] a true idea must appear as certain because of its being true [...] »⁶⁵ (p.46) ».

En plus d'être auto-explicatives (*self-evidence*) et certaines (*intrinsic certainty*), les intuitions selon Fischbein (1994) présentent les caractéristiques suivantes : elles sont robustes (*robustness*), dominantes (*coerciveness*) et globales (*globality*), se présentent comme des minithéories (*theory status*) et sont le fruit d'extrapolations (*extrapolativeness*). Ainsi, un sujet construisant une réponse en s'appuyant sur une intuition est en situation de construction instantanée.

Les déclarations précaires sont à l'opposé des intuitions à bien des égards : l'utilisation de l'adjectif « précaire » vise d'ailleurs à mettre l'accent sur le manque de certitude qui caractérise la proposition du sujet. Par contre, les réponses construites à partir d'intuitions et les déclarations précaires se rejoignent en ce sens qu'elles constituent deux types de réponses construites instantanément.

L'exemple que nous avons présenté ci-dessus supporte l'idée qu'il peut exister des réponses construites instantanément sur la base d'intuitions et que ces réponses diffèrent des déclarations précaires.

5.3.3 Réponses construites à partir de règles intuitives

Les réponses peuvent être construites instantanément à partir de règles intuitives. Dans l'exemple qui suit, le sujet #7 se base sur ses observations du comportement de l'azote pour déduire que plus le liquide est froid, plus son ébullition est intense :

⁶⁵ [...] une idée vraie doit apparaître comme certaine à cause de son caractère de véracité [...] (trad. libre).

Sujet #7 – passage non retenu		
45 :45	S	Non. Ça fait qu'au début quand tu l'as apporté ça faisait plein, les bulles sortaient, l'eau était vraiment plus froide que quand on le fait bouillir normalement puis là le froid voulait s'éloigner de la chaleur puis a bouillonnait plus.
46 :09	I	Ok. Ce contact là entre le froid puis le chaud, puis la présence des bulles dans un liquide aussi froid, ça est-ce que tu viens de mettre ça tout ensemble pour la première fois? Ou c'est quelque chose que tu savais que c'était comme ça que ça fonctionnait?
46 :31	S	Ben je savais que quand on fait bouillir de l'eau ça fait comme là, mais j'ai comme un peu déduis que quand l'eau est plus froide, ça pouvait bouillonner plus

Cet exemple concerne une situation analogue qui a servi à illustrer l'utilisation de la p-prim d'Ohm. On y reconnaît également une formulation qui obéit à la règle intuitive « More A- More B ⁶⁶ » (Stavy et Tirosh, 2000). Dans ce cas, « plus l'eau est froide (A), plus l'ébullition est intense (B) ».

Dans cet exemple, le sujet a « appris » cette relation (erronée) entre le froid et l'intensité du bouillonnement en se servant d'une règle intuitive. Au cours de son raisonnement, le sujet ne produit aucune déclaration précaire. Nous voyons donc qu'il existe des réponses construites instantanément sur la base de règles intuitives et qui ne s'apparentent pas à des déclarations précaires.

5.3.4 Réponses construites à partir d'une structure indéterminée

Nous avons vu qu'une réponse construite instantanément pouvait prendre la forme de déclarations précaires, reposer sur des p-prims, des règles intuitives ou des intuitions. Au cours de nos entretiens d'explicitation, nous avons également constaté qu'il existe des réponses construites autrement. Dans l'exemple qui suit, le sujet #1 produit une explication qui ne se qualifie pas aux concepts mentionnés ci-dessus.

⁶⁶ Plus de A entraîne plus de B (trad. libre)

Sujet 1 – passage non retenu		
13 :28	I	Ok. Puis il faudrait attendre combien de temps, à ton avis, pour que le contenu du b�cher B change?
13 :38	S	Ben... Vu que le givre est autour, ça va être un peu plus long
13 :45	I	Ok.
13 :48	S	�a garde... �a garde le froid.
13 :50	I	Le givre garde le froid?
13 :51	S	Ouin
13 :58	I	Ok. Et ça te vient d'où cette idée-là que le givre garde le froid?
14 :03	S	Ben, parce quand tu l'as mis dedans, ça l'a fait givrer, puis le givre il est froid, ça fait que... le givre est autour du pot, ça fait que... en même temps �a garde le froid.
14 :19	I	�a garde le froid parce qu'il y a du givre autour?
14 :21	S	Comme dans un congélateur; exemple quand tu mets quelque chose dans le congélateur ça va geler.

Ce sujet vient d'établir sur-le-champ la relation entre le givre autour d'un contenant et la « conservation du froid » de la substance à l'intérieur. Sa réponse pourrait donc être construite instantanément à partir d'éléments fragmentés et d'intuitions diffuses, mais selon un type de construction qui reste à déterminer. Si tel est le cas, il s'agirait d'un exemple témoignant d'une structure cognitive en adéquation avec la perspective KAE.

Nous constatons à la lumière de ces exemples que la question de la construction de la réponse doit être étudiée davantage. Ainsi, des recherches ultérieures pourraient porter sur la caractérisation des réponses construites de façon « non instantanée », c'est-à-dire à partir de conceptions primitives préétablies conformément à la perspective KAT. Ces recherches pourraient viser à établir la limite entre les deux types de réponses.

5.4 Observations supplémentaires relatives à la tenue générale des entretiens

Le devis de recherche utilisé nous a permis d'identifier un certain nombre de déclarations précaires durant la tenue des six heures d'entretien qui ont fait l'objet d'observations systématiques. Ces déclarations répondent rigoureusement aux définitions établies par nos soins et telles qu'elles ont été développées à partir des travaux de Southerland (2001), entre autres. Elles ont également fait l'objet d'un rigoureux processus de validation interjuge. Elles

constituent donc en ce sens et selon nous des balises relativement solides et suffisamment prudentes qui nous permettent d'affirmer sans trop nous tromper qu'il semble s'être produit – au moins – un petit nombre d'événements de « constructivisme instantané » et de construction « *on-the-fly* » de conception, qu'on peut associer à la perspective « KAE ».

Bien que le nombre relativement restreint de ces déclarations ne nous autorise cependant pas à trancher en ce qui a trait à la prépondérance d'un des deux modèles (KAT ou KAE) sur l'autre, il n'en reste pas moins qu'il est possible d'envisager qu'en réalité, un nombre beaucoup plus grand d'épisodes de « constructivisme instantané » se soient produits durant les entrevues.

En effet, les entretiens (et leurs transcriptions intégrales disponibles en annexe) révèlent que les sujets, malgré le caractère « contre-intuitif » et « peu commun » du phénomène étudié (sublimation de la glace sèche), n'ont manifesté que très peu de rigidité quant aux explications qu'ils ont fournies du phénomène et ce, malgré qu'ils aient été libérés, dans le cadre de nos entretiens d'explicitations, d'expliquer le « pourquoi » des choses. Au contraire, la nouveauté du phénomène ne les a absolument pas intimidés et ils y sont allés de nombreuses propositions que nous pourrions qualifier de « téméraires ». En effet, ces dernières, souvent basées sur un très petit nombre d'observations et faites sur des durées très courtes, ont suffi pour que les sujets se risquent à les affirmer rapidement et apparemment sans grande vigilance. Ces explications se sont aussi avérées très fragiles, car nous avons pu observer que la moindre information supplémentaire, la moindre relance de l'intervieweur, si neutre soit-elle, était susceptible d'entraîner l'abandon rapide des explications premières, ou d'entraîner des reformulations, des corrections, ou des reculs. Nous avons ainsi pu observer que chaque sujet, pour le même phénomène, n'a pas hésité à changer plusieurs fois d'idée et à exprimer ces dernières à chaque fois avec une certaine assurance apparente. Ces retournements successifs n'ont d'ailleurs pas semblé non plus leur causer de dissonance cognitive ou de grand scrupule. Le caractère « jetable » et « hâtif » des propositions d'explications qu'ils formulent tout comme la concordance des observations avec les conceptions semblent faire partie tout naturellement de leur manière d'appréhender la situation.

Tous ces indices, observés informellement, mais qui apparaissent omniprésents dans la tenue de tous les entretiens, nous laissent penser que les modèles que les élèves développent pour décrire les phénomènes sont hautement fragiles et malléables, voire même hypersensibles aux contraintes de toutes sortes et ne semblent clairement pas présenter de grande rigidité. De même, les élèves ne présentent que peu d'indices nous permettant de croire qu'ils appliquent un raisonnement structuré (approche hypothético-déductive par exemple) prenant appui sur des observations systématiques des changements de phase. Plusieurs réponses des élèves s'apparentaient davantage à du tâtonnement ou du « bricolage », comme dans le passage qui suit :

Sujet #5 – passage non retenu	
S	Ouain il est gelé... Il a plutôt été solidifié. Parce que les gaz sont pas liquides. Non mais... Ça c'est un gaz liquide qui a gelé.

Ici, le sujet préfère qualifier la substance de « gaz liquide qui a gelé » que de se taire ou de parler de son incapacité à nommer ce qui se trouve devant lui. D'après nos expériences auprès des sujets de première secondaire, il semble donc très fréquent que les élèves de cet âge fassent preuve d'un genre de témérité intellectuelle en se prononçant sur des sujets qu'ils ne connaissent pas.

En somme, nous avons remarqué que les sujets font preuve d'une grande imagination dans leurs réponses, mais aussi d'une certaine absence de vigilance cognitive et d'une tendance peu marquée à associer leur exploration à un rationnel logique ou à une démarche rigoureuse. Et même s'il est possible que cette témérité apparente soit le produit du réflexe scolaire de toujours devoir donner une réponse à l'adulte (malgré nos précautions méthodologiques), cela n'empêche pas que cela révèle une grande malléabilité et d'une certaine précarité des idées qu'ils tiennent initialement pour vraies, ce qui va à l'encontre de la conclusion que les conceptions des élèves sont rigides et résistantes. Nous croyons que ces observations pourraient être faites par toute personne qui se donnerait la peine de tenir des entretiens semblables aux nôtres et qui abordent des phénomènes inusités.

L'implication pour les pratiques enseignantes qui ressort naturellement de cette constatation générale renvoie à l'importance de s'intéresser à chaque élève et à chacun de leurs itinéraires cognitifs. Il ne peut plus suffire de considérer les conceptions initiales comme des murs à faire sauter et les trajectoires d'apprentissage comme des lignes droites qui mènent vers les savoirs canoniques.

5.5 Résumé de la discussion

Les déclarations précaires constituent un type de réponses construites instantanément. Lorsqu'elles sont élaborées sur la base de p-prims ou de règles intuitives, ces déclarations supportent encore davantage la perspective KAE. Il existerait d'autres types de réponses construites instantanément, dont celles qui seraient basées sur les intuitions (Fischbein). Dotés d'une grande témérité intellectuelle, les élèves produiraient fréquemment des réponses construites instantanément lorsqu'ils sont confrontés à des phénomènes contre-intuitifs.

CHAPITRE VI

CONCLUSION

Dans cette recherche, nous avons tenté de mieux comprendre comment les élèves abordaient les phénomènes contre-intuitifs de changement de phase du point de vue cognitif. Pour y arriver, nous avons d'abord positionné notre étude dans le paradigme du changement conceptuel : en effet, les phénomènes contre-intuitifs sont reconnus pour susciter des conflits cognitifs. Dans le cadre conceptuel, il a été question de deux perspectives différentes pour rendre compte de la structure et de la nature des connaissances en jeu lors d'un changement conceptuel : il s'agit des perspectives KAE « *Knowledge-as-elements* » et KAT « *Knowledge-as-theory* ».

Pour faire le pont entre les perspectives KAE et KAT et les réponses des élèves, il nous a fallu faire preuve d'innovation étant donné le manque d'outils d'interprétation dans la communauté de recherche. Nous avons fait appel à l'idée de « construction instantanée de la réponse » pour mettre à jour une réponse qui est le résultat d'une combinaison d'intuitions diffuses et d'éléments fragmentés (KAE) par opposition à des conceptions primitives préétablies rassemblées en théories naïves cohérentes (KAT).

Étant donné que la cohérence est l'élément central de la perspective KAT, c'est en cherchant et en rassemblant des passages où les sujets manquaient clairement de cohérence dans leurs propos que nous avons pu établir le construit théorique de « déclaration précaire ». En puisant notre inspiration dans nos données brutes, nous avons dégagé six critères de reconnaissance des déclarations précaires.

À l'aide de l'outil d'analyse que nous avons conçu, nous avons codé 41 passages et nous avons fait appel à un codeur externe pour faire le même travail. Nous avons obtenu un pourcentage de fidélité interjuge de 88 %.

Nous pouvons conclure que nous avons répondu par l'affirmative à notre question de recherche : « l'exposition à un phénomène contre-intuitif de changement de phase entraîne-t-elle la production de déclarations précaires? »

6.1 Autres recherches nécessaires

Les critères de reconnaissance des déclarations précaires découlent de l'analyse de l'enregistrement audio des entretiens d'explicitation. Ils constituent donc une proposition théorique construite *a posteriori* de l'analyse du contenu. Cette proposition doit dès lors être validée par d'autres recherches.

En plus de valider notre construit théorique, nous recommandons que les recherches ultérieures ciblent davantage de passages, et ce, auprès d'un plus grand nombre de sujets; ces dispositions permettront de généraliser les résultats de façon plus fiable. En ce qui concerne notre recherche, nous n'avons retenu que 41 passages pour environ six heures d'entretiens d'explicitation enregistrées (sans compter les huit heures des premières séances), ce qui correspond environ à une déclaration précaire à chaque dix minutes d'entretien. Les sujets produisent évidemment davantage d'affirmations : nous estimons qu'ils en produisent au moins une à chaque minute. Pour obtenir davantage de déclarations précaires, nous recommandons que les entretiens d'explicitation soient spécifiquement structurés pour générer et identifier les déclarations précaires au moment même où elles surviennent. À ce moment, il serait intéressant de relancer les sujets pour mieux comprendre l'origine de leurs déclarations précaires.

Nous recommandons également que les recherches subséquentes incluent les passages présentant plusieurs critères de reconnaissance des déclarations précaires. En effet, ces passages sont des manifestations encore plus convaincantes de l'existence des déclarations précaires. Il serait intéressant de vérifier si ces passages sont fréquents et si certains critères sont combinés plus souvent entre eux.

Au cours de notre analyse, nous avons cherché à caractériser les déclarations précaires plutôt que les déclarations « cohérentes » qui supporteraient la perspective KAT. Nous recommandons que de nouvelles recherches tentent de caractériser ces affirmations qui sont probablement plus nombreuses que les déclarations précaires. Par exemple, les affirmations qui reposent sur des connaissances ou des expériences antérieures, les inférences basées sur des observations, les affirmations prononcées avec conviction ou qui sont répétées pourraient constituer des catégories de réponses construites à partir d'une structure conceptuelle cohérente, conformément à la perspective KAT.

6.2 Implication pour la recherche

La recherche que nous avons menée s'inscrit bien dans la dynamique d'étude du changement conceptuel. En effet, la recherche des caractéristiques d'instantanéité à l'intérieur du discours du sujet vivant une expérience contre-intuitive de changement de phase constitue une approche où un maximum d'information est dégagé d'entretiens d'explicitations. Trop souvent, les études dans le champ du changement conceptuel réduisent la position cognitive des sujets à quelques mots. D'après notre expérience, la réalité n'est pas si simple et les propos des élèves sont fréquemment nuancés, difficiles à interpréter, évolutifs et sensibles au contexte. Cette vision de la richesse de la pensée rejoint davantage la perspective KAE et l'idée d'écologie conceptuelle. Nous recommandons l'utilisation des « critères de reconnaissance des déclarations précaires » aux chercheurs qui souhaitent :

- s'outiller pour caractériser les déclarations « douteuses » de leurs sujets;
- utiliser un construit présentant une bonne validité interjuge

- avoir recours à une grille simple en cours d'entretien;
- procéder à une investigation « microanalytique » du changement conceptuel, au moment où il se produit;
- Comparer les perspectives KAE et KAT du changement conceptuel.

Cette recherche montre aussi que les phénomènes contre-intuitifs permettent de « générer » des déclarations précaires chez les sujets. Le choix de ces phénomènes surprenants visait avant tout à susciter le questionnement en ébranlant les certitudes des sujets. De cette manière, nous avons pu recueillir de nombreuses réactions verbales et non verbales spontanées au cours de riches entretiens d'explicitation. Il apparaît clair que le nombre de constructions instantanées est surreprésenté lorsque les phénomènes scientifiques exposés sont contre-intuitifs par opposition à des phénomènes plus conformes aux conceptions primitives. Nous recommandons quand même l'utilisation de tels phénomènes aux chercheurs désireux d'étudier de près les déclarations précaires.

6.3 Implication pour l'enseignement

Dans le chapitre présentant la problématique, nous avons insisté sur l'importance de la recherche dans le champ du changement conceptuel. Après tout, l'apprentissage n'est-il pas une succession de changements? Notre recherche a permis de comprendre un peu mieux comment change la compréhension des élèves confrontés à des phénomènes inhabituels de changements de phase. Grâce à nos six critères de reconnaissance des déclarations précaires, nous avons été en mesure de constater que les élèves produisent au moins à l'occasion des réponses sur-le-champ. Ces réponses témoignent d'une structure cognitive fragmentée où les intuitions guident l'élève.

Les enseignants qui questionnent leurs élèves afin de vérifier leur compréhension d'un concept précis s'attendent à ce que ceux-ci répondent « ce qu'ils pensent vraiment ». Comme nous l'avons vu, une réponse est parfois hésitante, parfois prononcée sans conviction et parfois immédiatement rejetée. Certaines réponses sont autosuffisantes, d'autres sont

qualifiées d'incomplètes ou d'incohérentes de l'aveu même des élèves. Les enseignants qui reconnaissent les déclarations précaires peuvent poursuivre leur questionnement et l'orienter de façon à mieux cerner la source du problème. Pour y arriver, nous recommandons l'utilisation de stratégies apparentées à l'entretien d'explicitation.

Ces entretiens d'explicitation visent à rendre explicite la pensée des élèves. En situation d'apprentissage, les élèves pourraient être amenés à faire de même lorsqu'ils produisent des déclarations précaires. Par exemple, lorsqu'ils produisent une déclaration à laquelle ils n'adhèrent pas (critère 4), les élèves pourraient être questionnés à ce sujet : « Qu'est-ce que tu t'es dit au moment où tu as pensé ça? Sur quelles informations t'es-tu basé? Qu'est-ce qui t'as fait changé d'idée? » Un tel questionnement peut faire partie d'un programme visant à promouvoir la métacognition : entraîner les élèves à expliciter leurs processus cognitifs dans le but d'augmenter leur « vigilance cognitive »⁶⁷.

La recherche présente d'autres intérêts pour le pédagogue. Ainsi, les déclarations précaires indiquent, d'une certaine façon, un manque d'efficacité de l'écologie conceptuelle de l'élève. S'il a recourt à une explication autosuffisante pour répondre à une question, c'est peut-être que l'élève ne possède pas la structure cognitive (ou les entités) nécessaire pour établir tous les liens de causalité. Par exemple, un élève qui affirme que « du métal c'est froid parce que c'est du métal » a recours à une explication autosuffisante parce qu'il ne maîtrise pas le concept de « conductibilité thermique » nécessaire pour construire le lien entre la perception de la chaleur (« c'est froid ») et la nature d'un solide (« c'est en métal »). Les autres critères de déclaration précaire indiquent également la présence d'un problème dans l'écologie conceptuelle du sujet. Nous pensons que ces informations peuvent être utiles pour poursuivre un changement conceptuel adéquat.

Finalement, cette recherche montre que l'enseignant a un rôle actif dans l'établissement des défis proposés aux élèves, l'orientation du questionnement, l'analyse contextualisée des

67 De Cotret et Larose (2005) utilisent l'expression « clochette de vigilance » pour désigner un « détecteur d'illusion cognitive (p.52) » associé au sens commun. Ces auteurs sont d'avis que l'entretien d'explicitation pourrait aider les élèves à développer ce sens critique : « Des entretiens d'explicitation (Vermersch, 1994) pourraient nous éclairer sur les processus d'invalidation que les élèves mettent en oeuvre dans ces cas, et ces processus pourraient être mis à profit dans le développement d'une clochette de vigilance. »

propos des sujets et la reconnaissance des déclarations précaire. En effet, seul un professionnel de l'éducation est en mesure d'interpréter la signification didactique d'une déclaration précaire, considérée dans son contexte, et d'en tenir compte pour ses interventions futures. Un manuel scolaire, un didacticiel ou tout autre moyen pédagogique impersonnel ne sauraient y arriver.

Pour les enseignants qui cherchent des moyens pour comprendre ce qui se passe dans la tête de leurs élèves, l'identification des déclarations précaires constitue une étape simple pour mieux connaître l'itinéraire cognitif de leurs élèves. Ainsi, la prise de décision pédagogique pourra être adaptée aux réponses des élèves et, ultimement, contribuer à favoriser leur apprentissage.

GLOSSAIRE

Apprenant. « ...toute personne (enfant ou adulte) en situation d'apprentissage à l'école ou hors de l'école » (Giordan, 1998)

Conception primitive. « Conception d'un phénomène scientifique dont le pouvoir explicatif et prédictif se révèle restreint par rapport à la conception performante. » (Potvin, 1998, cité dans Legendre, 2005)

Conflit cognitif. L'expression « conflit cognitif » provient de Barbel Inhelder, une collaboratrice de Jean Piaget. Giordan (1998) écrit que pour Inhelder, le conflit cognitif : « mettait l'accent sur la bataille d'idées qui peut naître de l'affrontement d'opinions opposées. Pour elle, l'apprenant peut opérer une "rééquilibration majorante", c'est-à-dire un dépassement de sa pensée. Le conflit d'idées attaque de façon dynamique la structure cognitive. Il crée les conditions propices à une "décentration intellectuelle", explicite les différences. »

Contre-intuitif. Néologisme introduit par André Giordan (1998) dans le livre *Apprendre!*

« D'une façon générale, nous choisissons de nommer "expérience contre-intuitive" une expérience qui produit un résultat inverse ou très différent de celui auquel on s'attend, intuitivement, avant qu'elle ne soit mise en action » (Eastes et Pellaud, 2004.

Déclaration précaire. Néologisme que nous proposons dans ce mémoire : « type de réponse qui a été construite instantanément de telle sorte que sa formulation présente des indices évoquant des incertitudes conceptuelles ».

Écologie conceptuelle. Strike et Posner (1992) affirment :

« We suggested that a conceptual ecology consists of such cognitive artifacts as anomalies, analogies, metaphors, epistemological beliefs, metaphysical beliefs, knowledge from other areas of inquiry, and knowledge of competing conceptions. » (Nous suggérons qu'une écologie conceptuelle consiste en quelques objets cognitifs telles que les anomalies, les analogies, les métaphores, les croyances épistémologiques, les croyances métaphysiques, les connaissances provenant d'autres domaines d'investigation et les connaissances de conceptions concurrentes). DiSessa (2002) complète ainsi : « ... a conceptual ecology approach involves hypothesizing that conceptual change involves a large number of diverse kinds of knowledge, organized and re-organized into complex systems. » (... l'approche de l'écologie conceptuelle implique l'hypothèse que le changement conceptuel implique un grand nombre d'une variété de connaissances, organisées et réorganisées en systèmes complexes.)

Instantanéité de la construction de la réponse. Tiré de l'expression « constructivisme instantané » formulée par Potvin (2007, p.363) qui écrit : « « En tant qu'enseignant de science, nous avons tous été mis dans la situation où, après avoir posé une question à un élève, on peut clairement sentir que celui-ci n'est pas en train d'en référer à une sorte de connaissance préalable bien établie, mais bien plutôt d'en quelque sorte nous bricoler une réponse « sur-le-champ », ou « *on-the-fly* » (diSessa, 2002) à partir d'éléments fragmentés et d'intuitions diffuses. »

Itinéraire cognitif. Expression proposée par Désautels et Larochelle (1992) et reprise entre autres par Potvin et Thouin (2003). Elle est utilisée pour désigner les changements cognitifs indéfinis qui s'opèrent lors d'un raisonnement cognitif.

Ontologie. D'après le dictionnaire actuel de l'éducation (Legendre, 2005), l'ontologie est une « réflexion portant sur les types d'entités ("irréductibles") du réel sur lesquelles peuvent être construites nos représentations de la nature. »

Position de parole. « Au moment où le sujet s'exprime, il entretient un certain rapport avec ce dont il parle. Ce rapport peut être plus ou moins proche, vivant, incarné ou au contraire non impliqué. L'entretien d'explicitation vise une position de parole incarnée. Pour cela, des indicateurs verbaux et non verbaux sont définis de manière à diagnostiquer l'état de cette position de parole. Des techniques de guidage, qui permettent d'aider le sujet à s'exprimer de cette manière, existent » (Vermersch, 2001)

RÉFÉRENCES

- Astolfi, J.-P. (2007). Enseigner les sciences comme (à) des géants. Dans P. Potvin, M. Riopel et S. Masson (Dir.), *Regards multiples sur l'enseignement des sciences* (p.17-34). Québec : Editions MultiMondes.
- Brown, D. E. (1995). *Theories in pieces? The nature of students' conceptions and current issues in science education*. Communication présentée au *Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, San Francisco, CA.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge : MIT press.
- Carey, S. (1999). Sources of conceptual change. Dans E. K. Scholnick, K. Nelson et Patricia Miller (Dir.), *Conceptual development : Piaget's legacy* (p. 293-326). New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- Charland, P. (2007). Enseigner les sciences en intégrant l'éducation relative à la technologie et/ou à l'environnement. Dans P. Potvin, M. Riopel et S. Masson (Dir.), *Regards multiples sur l'enseignement des sciences* (p.120-134). Québec : Editions MultiMondes.
- Charland, P. (2008). *Proposition d'un modèle éducationnel relatif à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement*. Thèse de doctorat inédite, Université du Québec à Montréal.
- Chi, M. T. H. (1992). Conceptual change in and across ontological categories : examples from learning and discovery in science. Dans R. N. Giere (Dir.), *Cognitive models of science* (p.129-160). Minneapolis : University of Minnesota Press.
- Chi, M. T. H. et Roscoe, R. D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. Dans M. Limón et L. Mason (Dir.), *Reconsidering conceptual change : issues in theory and practice* (p.3-27). Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- Chi, M. (2005). Commonsense conceptions of emergent process : why some misconceptions are robust. *The journal of the learning Sciences*, 14(2), 161-199.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change : belief Revision, mental model transformation, and categorical shift. Dans S. Vosniadou (Dir.), *International handbook of research on conceptual change* (p.61-82). New York : Routledge.
- Clark, D. B. (2006). Longitudinal conceptual change in students' understanding of thermal equilibrium : an examination of the process of conceptual restructuring. *Cognition and instruction*, 24(4), 467-563.

- Clement, J. (1982). Student's preconception in introductory mechanics. *American journal of physics*, 50(1), 66-71.
- Clement, J. (2000). Analysis of clinical interviews : foundations and model viability. Dans A. E. Kelly et R. A. Lesh (Dir.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (p.547-589). Lawrence Erlbaum.
- Conseil de la science et de la technologie du Québec. (2002). *La culture scientifique et technique au Québec : bilan*. Consulté en ligne le 25 mai 2010 de http://www.cst.gouv.qc.ca/IMG/pdf/CSTBilan_FINAL.pdf
- De Cotret, S. R. et Larose, R. (2005). La didactique du sens commun : pour un retour dans la cité... Dans *Raisonnement mathématique et formation citoyenne : Actes du Groupe des didacticiens des mathématiques du Québec* (p. 47-59). Montréal.
- Désautels, J. et Larochelle, M. (1992). *Autour de l'idée de science*. Québec : Les Presses de l'Université Laval.
- diSessa, A. A. (1983). Phenomenology and the evolution of intuition. Dans D. Gentner (Dir.), *Mental models* (p.15-33). Hillsdale, New Jersey : Erlbaum Associates.
- diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. Dans G. Forman (Dir.), *Constructivism in the computer age* (p.49-70). Lawrence Erlbaum.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and instruction*, 10(2-3), 105-225
- diSessa, A. A. (1996). What do "just plain folk" know about physics? Dans D. R. Olson et N. Torrance (Dir.), *The handbook of education and human development* (p.709-730). Malden : Blackwell Publishers.
- diSessa, A. A. (1998). What changes in conceptual change? *International journal of science education*, 20(10), 1155-1191.
- diSessa, A. A. (2002). Why "conceptual ecology" is a good idea. Dans M. Limón et L. Mason (Dir.), *Reconsidering conceptual change : issues in theory and practice* (p.29-60). Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- diSessa, A. A, Gillespie, N. M. et Esterly, J. B. (2004). Coherence vs fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive science*, 28(6), 843-900.
- diSessa, A. A. (2006). A history of conceptual research. Dans R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (p.265-281). Cambridge : Cambridge University Press.

- diSessa, A. A. (2007). An interactional analysis of clinical interviewing. *Cognition and instruction*, 25(4), 523-565.
- diSessa, A. A. (2008). A bird's-eye view of the "pieces" vs. "coherence" controversy (from the "pieces" side of the fence). Dans S. Vosniadou (Dir.), *International handbook of research on conceptual change* (p.35-60). New York : Routledge.
- Duit, R. (2007). *Students' and teachers' conceptions and science education*. Consulté en ligne le 25 mai 2010 de <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>.
- Duit, R., Treagust, D. F. et Widodo, A. (2008). Teaching science for conceptual change : theory and practice. Dans S. Vosniadou (Dir.), *International handbook of research on conceptual change* (p.629-646). New York : Routledge.
- Eastes, R.-E et Pellaud, F. (2004). Un outil pour apprendre : intérêts, limites et conditions d'utilisation de l'expérience contre-intuitive. *Bulletin de l'union des professeurs de physique et de chimie*, 98, 1197-1208.
- Fensham, P. J. et Harlen, W. (1999). School science and public understanding of science. *International journal of science education*, 21(7), 755-763.
- Fischbein, E. (1994). *Intuitions in science and mathematics* (2e éd.). Dordrecht : D. Reidel Publishing.
- Gigerenzer, G. et Todd P. M. (1999). *Simple heuristics that make us smart*. New York : Oxford University Press.
- Giordan, A. et de Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir*. Neuchâtel : Delachaux&Niestlé.
- Giordan, A. et de Vecchi, G. (1989). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?* Nice : Z'éditions.
- Giordan, A. (1998). *Apprendre!* Paris : Éditions Belin.
- Gunstone, R.F. (1988). *Some long-term effects of uninformed conceptual change*. Communication présentée au congrès annuel de l'association américaine de recherche en éducation, Nouvelle-Orléans.
- Harrison, A. G., Grayson, D. J. et Treagust, D. F. (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of research in science teaching*, 36(1), 55-87.
- Hawkins, D. (1978). Critical barriers to science learning. *Outlook*, 29, 3-23.

- Hunt, E. et Minstrell, J. (1994). A cognitive approach to the teaching of physics. Dans K. McGilly (Dir.), *Classroom lessons : integrating cognitive theory and classroom practice* (p.51-74). Cambridge : MIT Press.
- Ioannides, C. et Vosniadou, S. (2002). The changing meaning of force. *Cognitive science quaterly*, 2(1), 5-61.
- Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part.2 : evaporation and condensation below boiling point. *International journal of science education*, 20(6), 695-709.
- Kuhn, T. S. (1962). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion.
- Legendre, M.-F. (2007). Enseigner les sciences dans une double perspective de continuité et de rupture. Dans P. Potvin, M. Riopel et S. Masson (Dir.), *Regards multiples sur l'enseignement des sciences* (p.293-307). Québec : Editions MultiMondes.
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (3^e éd.) Montréal : Guérin.
- Linn, M. C., Bell, P. et Davis, E. A. (2004). *Internet environments for science education*. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- Masson, S. (2005). *Effet de l'utilisation de micromondes historiques sur les processus de changement conceptuel en sciences*. Mémoire de maîtrise inédit, Université de Montréal.
- Mayer, R. E. (2002). Understanding conceptual change : a commentary. Dans M. Limón et L. Mason (Dir.), *Reconsidering conceptual change : issues in theory and practice* (p.101-111). Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- McCloskey, M. (1983). Naïve theories of motion. Dans D. Gentner (Dir.), *Mental models* (p.299-324). Hillsdale, New Jersey : Erlbaum Associates.
- Ministère de l'Éducation, Gouvernement du Québec. (2004). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation secondaire*. Québec : Auteur.
- Minstrell, J. (1982). Explaining the "at rest" condition of an object. *The Physics teacher*, 20, 10-14.
- Minstrell, J. (1989). Teaching science for understanding. Dans L. B. Resnick et L. E. Klopfer (Dir.), *Toward the thinking curriculum* (p.3-44). Minneapolis : University of Minnesota Press.
- Novak, J. D., Wandersee, J. H. et Mintzes, J. J. (1994). Research on alternative conceptions in science. Dans D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (p.177-210). Macmillan.

- Osborne, R. J., et Cosgrove, M. M. (1983). Children's conception of changes of state of water. *Journal of research in science teaching*, 20(9), 825-838.
- OCDE. (2007). *PISA 2006 Les compétences en sciences, un atout pour réussir*. Paris : OCDE. 419 p. Consulté en ligne le 25 mai 2010 de http://www.oecd.org/document/5/0,3343,en_32252351_32236191_39720645_1_1_1_1,00.html
- Özdemir, G. et Clark, B. D. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia journal of mathematics, science & technology education*, 3(4), 351-361.
- Özdemir, G. et Clark, B. D. (2009). Knowledge structure coherence in turkish students' understanding of force. *Journal of research in science teaching*, 46(5), 570-596.
- Péladeau, N., Forget, J. et Gagné, F. (2005). Le transfert des apprentissages et la réforme de l'éducation au Québec : quelques mises au point. *Revue des sciences de l'éducation*, 31(1), 187-209.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. et Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211-227.
- Potvin, P. (1998). *État de la question de la problématique du conflit cognitif en sciences au secondaire*. Mémoire de maîtrise inédit, Université du Québec à Montréal.
- Potvin, P. et Thouin, M. (2003). Étude qualitative d'évolutions conceptuelles en contexte d'explorations libres en physique-mécanique au secondaire. *Revue des sciences de l'éducation*, 29(3), 525-544.
- Potvin, P. (2005). *The use of explicitation interview in the study of [non-] scientific conceptions*. Communication présentée à la *National Association for Research in Science Teaching 2005 conference proceedings*. Dallas.
- Potvin, P. (2007). Enseigner les sciences en considérant le rôle de l'intuition dans l'apprentissage. Dans P. Potvin, M. Riopel et S. Masson (Dir.), *Regards multiples sur l'enseignement des sciences* (p.356-377). Québec : Editions MultiMondes.
- Russ, R., Scherr, R. E., Hammer, D. et Mikeska, J. (2008). Recognizing mechanistic reasoning in student scientific inquiry : a framework for discourse analysis developed from philosophy of science. *Science education*, 93(3), 499-525.
- Samson, G. (2002). L'importance accordée aux conceptions de l'élève dans l'enseignement des sciences au secondaire. Dans R. M. J. Toussaint (Dir.), *Changement conceptuel et apprentissage des sciences, recherche et pratique* (p.97-116). Outremont : Éditions Logiques.

- Southerland, S. A., Abrams, E., Cummins, C. L. et Anzelmo, J. (2001). Understanding student's explanations of biological phenomena : conceptual frameworks or p-prims? *Science education*, 85(4), 328-348.
- Stavy, R. et Tirosh, D. (2000). *How students (mis-)understand science and mathematics* ». New York : Teachers College Press.
- Strike, K. A. et Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. Dans R. A. Duschl et R. J. Hamilton (Dir.), *Philosophy of science, cognitive psychology and educational theory and practice* (p.147-176). Albany : State University of New York Press.
- Tardif, J. (2006). *L'évaluation des compétences*. Montréal : Chenelière Éducation.
- Tiberghien, A. (1980). Modes and condition of learning : the learning of some aspects of the concept of heat. Dans W. Archenhold, R. Driver, A.Orton et C. Wood-Rebinson (Dir.), *Cognitive development research in science and mathematics : proceedings of an international symposium* (p.288-309). Leeds : University of Leeds.
- Toulmin, S. (1970). *Human understanding* (Vol.1). Oxford : Clarendon Press.
- Vermersch, P. (2003). *L'entretien d'explicitation*. Issy-les-Moulineaux, France : ESF éditeur.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics. *European journal of science education*, 1(2), 205-221.
- Vosniadou, S. (2002). On the nature of naïve physics. Dans M. Limón et L. Mason (Dir.), *Reconsidering conceptual change : issues in theory and practice* (p.61-76). Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- Vosniadou, S. et Ionides, C. (2002). The changing meaning of force. *Cognitive science quaterly*, 2(1), 5-61.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X. et Skopeliti, I. (2008). The framework theory approach to the problem of conceptual change. Dans S. Vosniadou (Dir.), *International handbook of research on conceptual change* (p.3-34). New York : Routledge.
- Wellman, H. M. et Gelman, S. A. (1992). Cognitive development : foundational theories of core domains. *Annual review of psychology*, 43, 337-375.
- White, R. T. et Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London : Falmer Press.
- Wiser, M. et Smith, C. L. (2008). Learning and teaching about matter in grades K-8 : when should the atomic-molecular theory be introduced? Dans S. Vosniadou (Dir.), *International handbook of research on conceptual change* (p.205-239). New York : Routledge.

APPENDICE A

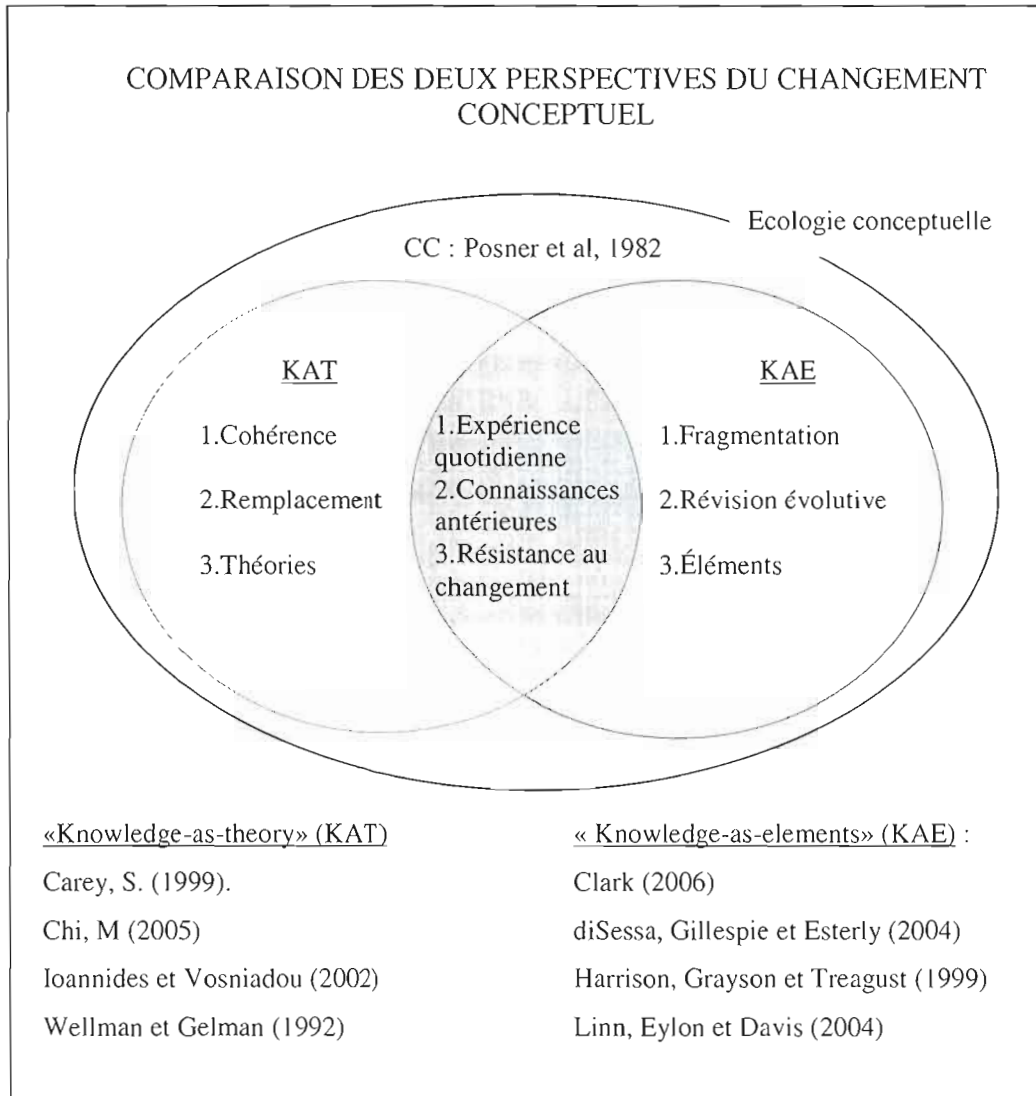


Figure A.1 Représentation des deux perspectives du changement conceptuel.

APPENDICE B

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT PARENTAL

UQÀM **Faculté d'éducation**
Université du Québec à Montréal

Sherbrooke, le 20 septembre 2008

Bonjour,

Nous conduisons actuellement une étude sur le développement des connaissances scientifiques et technologiques. Pour ce faire, nous rencontrons plusieurs élèves du Collège du Mont-Sainte-Anne. Le but de cette recherche est d'identifier les stratégies utilisées par les élèves lorsqu'ils décrivent certains phénomènes naturels. Il est à espérer que les résultats d'une telle étude puissent permettre d'apporter un éclairage nouveau sur les modes d'enseignement à adopter pour favoriser l'apprentissage des concepts reliés à ces phénomènes.

La recherche implique des élèves de première secondaire. La technique de collecte de données se limite à deux entretiens individualisés d'au plus une heure chacun. Les entretiens se dérouleront à l'école durant l'année scolaire 2008-2009. Toutes les précautions seront prises afin que cet entretien ne vienne pas priver l'élève d'informations essentielles à son cheminement scolaire normal. Toutes les précautions déontologiques et éthiques d'usage seront également assurées par le responsable du projet.

Avec l'accord de la direction de l'école et des parents, nous enregistrerons le discours des élèves sur cassette audio.

Aucune caméra n'est utilisée. Ces enregistrements pourront, si les parents le souhaitent et sur demande, leur être présentés.

De même, ils pourront être informés de la recherche et du travail de leur enfant.

L'anonymat complet sera respecté; aucun jugement ne sera porté sur les sujets impliqués.

Restant à votre disposition pour tout autre renseignement complémentaire, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos sentiments dévoués et nos remerciements pour votre compréhension.

Jonathan Richer

Enseignant en sciences et technologies
Étudiant à la maîtrise en éducation (MA)
Université du Québec à Montréal (UQÀM)
jricher@hotmail.com

Patrice Potvin

Professeur-chercheur
Université du Québec à Montréal (UQÀM)
Département d'éducation et pédagogie
CP8888, Succ. Centre-ville
Montréal, Qc., Canada
H3C 3P8

Pavillon d'éducation (N)
Local N-3150
(514) 987-3000 poste 1290
Fax. : (514) 987-4608
potvin.patrice@uqam.ca

APPENDICE C

TRANSCRIPTION DES ENTRETIENS D'EXPLICITATION

Sujet 1

Durée : 45 :51 I = Intervieweur; S : Sujet; (Inaudible): les propos sont incompréhensibles; (commentaires) : les commentaires sont entre parenthèses

<i>Transcription du dialogue</i>	
I	Alors j'apporte ici deux béciers, qui sont identifiés béciers A et bécier B. Euh, comme tu l'as vu, je viens de les préparer, il y a un instant. Alors, premièrement j'aimerais savoir est-ce que tu penses que les substances qui sont dans les deux béciers sont les mêmes substances?
S	(10 secondes silence) Ben oui
I	Tu penses que c'est les mêmes substances?
S	Ouais
I	Ok. Et comment t'en arrive à ça?
S	Ben, d'après moi la glace elle aurait été juste plus gelée.
I	Ok quand tu dis « la glace », tu parles du contenu de quel bécier?
S	Ben, les deux. D'après moi, les deux c'est de la glace.
I	Dans les deux cas c'est de la glace
S	Ouin
I	Ok. Alors toi tu dis « la glace a été plus gelée »
S	Ouin
I	Dans quel bécier est-ce que tu trouves que ça a été plus gelé?
S	Celui-là (pointe le bécier B)
I	Ok dans le bécier B, tu trouves que c'est plus gelé que dans le bécier A
S	Oui
I	Comment t'en arrive à ça?
S	Ben elle est tellement gelée que y'a de la givre autour. Fait que... C'est de la glace sèche?
I	C'est de la gla... Toi tu identifies ça comme étant de la glace sèche...
S	Ouin
I	C'est quoi de la glace sèche?
S	Ben... Je sais pas exactement c'est quoi mais j'en ai déjà entendu parler. Pis... C'est froid..
I	Ok donc c'est de la glace, sèche. T'appelle-ça de la glace sèche
S	Ouin
I	Pour toi c'est froid. Tu penses que c'est froid
S	C'est très froid (rire). J'pense que c'est avec ça qu'on brûle des verrues. C'est tellement froid que ça brûle.
I	Alors pour toi dans les deux cas c'est de la glace?
S	Oui, quelque chose de même
I	Et ce qui te permet de dire que c'est de la glace c'est que c'est plus froid?
S	Ben non... En fait je sais pas si les deux c'est de la glace c'est juste que ça l'air... Ça l'air pas mal à de la glace.
I	Et quand tu dis « ça a l'air de la glace » comment tu vois ça? Est-ce que tu te dis : « vu que ça a l'air de la glace, c'est de la glace »? C'est ça que tu te dis?
S	Pas nécessairement, c'est peut-être pas de la glace mais ça a l'aspect.
I	Ok. Quel aspect ressemble à de la glace là-dedans? Tu me dis « ça ressemble à de la glace », bien décris-moi ça.
S	C'est transparent et c'est figé. C'est froid.
I	Là t'es en train de parler du contenu de quel bécier?
S	A
I	Ok tu parles du contenu A. Tu dis « ça c'est de la glace parce que c'est transparent, c'est figé puis c'est froid »
S	Oui

I	Comment tu sais que c'est froid?
S	Ben. Parce que là elle fond. Parce que. Les expériences que j'ai eues dans ma vie!
I	Ok
S	J'sais pas! (rire) Ben je sais que c'est froid parce que c'est de la glace.
I	Ok, donc toi tu te dis « ben je l'sais, de la glace, c'est froid, on le sait, on le sait tous ». C'est ça?
S	Oui, parce que c'est de l'eau, en bas du point de congélation
I	...en bas du point de congélation. Peux-tu me donner une idée de ce que ça pourrait être?
S	de quoi?
I	bien ça serait quoi la température de la glace qui est là, ce que tu appelles la glace dans le bécher A?
S	Ben.. c'est en bas de zéro.
I	...en bas de zéro. Mais tu sais pas combien.
S	Non
I	Ok. Puis... Donc...
S	Mais moi je dirais environ moins 25 moins 30
I	moins 25 moins 30?
S	ouin, à peu près
I	Puis, tantôt je t'ai demandé « est-ce que les deux substances sont les mêmes? » et tu m'as répondu oui
S	D'après moi oui, mais ça peut être quelque chose d'autre
I	Comment tu vois ça? Qu'est-ce qui te fais douter ici?
S	Ben. Parce qu'il y a d'autres substances qu'on peut geler à part de l'eau.
I	hum. Tu me dis « il y a d'autres substances qu'on peut geler à part de l'eau »
S	Mais d'après moi c'est de la glace c'est juste, à une plus haute température.
I	Là tu parles de ce qui est dans le (bécher) B?
S	Oui
I	Tu dis que c'est de la glace mais à une plus haute température?
S	Oui
I	Comme quoi? Ça pourrait être quoi comme température?
S	Ben (rire)! J'sais pas moi! Moins 70.
I	Moins 70 ah donc une température plus basse? Plus froid si tu veux.
S	Ouin
I	Ok donc dans le bécher B c'est de la glace qui serait plus froide donc mettons moins 70. C'est ça?
S	Ouin
I	Ok. Puis tu dis qu'il y a d'autres substances qu'on peut geler. Donc toi tu dis c'est peut-être pas de la glace.
S	Oui
I	C'est ça que tu dis?
S	Oui
I	Euh! Dans le fond au début tu disais c'est de la glace, mais là tu dis...
S	Ben d'après moi c'est de la glace, d'après, ouin d'après moi c'est de la glace.
I	Comment t'en arrive à cette conclusion là. Disons, on va essayer de travailler là-dessus. T'arrive à la conclusion que c'est de la glace. Pas avec certitude mais tu me dis, tu tends vers ça. Tu penches vers ça.
S	Ben parce que ça a, ça ressemble à ça.
I	Quand tu dis ça ressemble à ça, décris-moi ce que tu vois
S	Ben des morceaux d'eau gelée.
I	Ben des morceaux d'eau gelée ok. Alors tu te dis ça a l'air des morceaux d'eau gelée. Et tu me disais tantôt qu'il y avait d'autres choses qui pouvaient geler. T'as dit y'a d'autres substances qu'on peut geler.
S	Oui
I	Peux-tu me donner des exemples de substances qu'on peut geler?
S	Ben, ça ressemble un peu à du sucre, je trouve. Les cristaux qu'il y a dedans.
I	Ok. Puis du sucre on peut geler ça?
S	Ouin
I	Donc qu'est-ce qui te dit que c'est pas du sucre?
S	Ben. J'ai dit ça mais j'sais pas ben ben.
I	Ok. Quand t'as dit ça à quoi tu pensais? Quand t'as dit « ben ça doit être de la glace »
S	Ben le nom qu'on y donne

I	C'est quoi le nom?
S	De la glace sèche
I	Toi dans le nom glace sèche, t'as retenu « glace » donc tu t'es dit « c'est de la glace ». S'ils appellent ça glace sèche c'est parce que c'est de la glace!
S	Ouin elle est tellement glacée qu'elle est sèche
I	Elle est tellement glacée qu'elle est sèche. Qu'est-ce que tu veux dire « qu'elle est sèche »?
S	Ben comme le poteau, quand tu colle ta langue sur un poteau (le sujet fait référence à la séance de pratique), mais c'est sec. Tandis que l'autre est plus mouillée. (silence 5 secondes) C'est spécial le givre qu'il y a autour!
I	Y'a du givre autour! T'as remarqué qu'il y a beaucoup de givre.
S	Oui
I	Et toi tu connaissais ça de la glace sèche
S	Oui
I	Tu connaissais ça comment? Dis-moi tout ce que tu sais sur la glace sèche, ce que tu savais déjà
S	Ben, on avait fait des expériences à mon ancienne école.
I	Ok. T'en avais déjà vu...
S	Oui
I	Est-ce que tu y avais touché?
S	Oui
I	Tu as déjà touché à de la glace sèche...
S	On avait pris des gants
I	Oui, avec des gants. Et, donc tu en avais déjà vu et là quand j'ai apporté ça tantôt t'as pensé tout de suite à la glace sèche?
S	Ouin
I	Ok. Parce que tu l'avais vu. Et qu'est-ce qui t'avais marqué la fois où tu en avais transporté ou touché et puis qui a fait que tu l'as reconnue cette fois-ci?
S	Ben, que c'est blanc puis c'est vraiment froid à cause de la givre autour le pot il est tout blanc.
I	Donc. Toi tu dis : « c'est de la glace sèche parce que c'est vraiment froid puis c'est blanc » et t'as reconnu ça...
S	ça ressemble à ce que j'avais déjà vu
I	Ok puis tu dis que la glace sèche, elle est tellement glacée qu'elle est sèche. C'est ça?
S	Oui
I	Ok. Comment ça se passe pour toi cette idée-là que quand quelque chose est très froid, il se passe quelque chose avec ça. Comment tu vois ça, les froids extrêmes?
S	Je comprends pas la question
I	Bien tu dis que « c'est tellement froid que c'est sec ». C'est quoi, c'est que quand c'est pas très froid ça peut être mouillé? C'est ça?
S	Ouin
I	Comment tu vois ça cette idée-là? Parce que là, le contenu du bécher B, il est dans la pièce, comme le contenu du bécher A.. Ça devrait se réchauffer.
S	Ouin, mais ils sont pas gelés aux mêmes températures.
I	Ok. Donc tu disais par exemple moins 70.
S	Ouin (rire)
I	Ok maintenant j'aimerais ça savoir, pour toi, comment tu vois ça l'idée que dans le bécher A, il y a de l'eau dans le fond, ou du moins un liquide, et si on regarde dans le fond du bécher B (je penche le bécher et vérifie), il ne semble pas y avoir de liquide. Tu me suis?
S	Oui
I	Alors comment tu vois ça toi?
S	Ben c'est comme je te disais tantôt, ils sont pas gelés à la même température fait qu'ils fondent pas en même temps
I	Ok. Puis il faudrait attendre combien de temps, à ton avis, pour que le contenu du bécher B change?
S	Ben... Vu que la givre est autour, ça va être un peu plus long
I	Ok.
S	Ça garde... Ça garde le froid.
I	Le givre garde le froid?

S	Ouin
I	Ok. Et ça te vient d'où cette idée-là que le givre garde le froid?
S	Ben, parce quand tu l'as mis dedans, ça l'a fait givrer, puis le givre il est froid, ça fait que... le givre est autour du pot, ça fait que... en même temps ça garde le froid.
I	Ça garde le froid parce qu'il y a du givre autour?
S	Comme dans un congélateur; exemple quand tu mets quelque chose dans le congélateur ça va geler.
I	Ça va geler puis le givre dans le congélateur? Qu'est-ce qu'il a? Il y a du givre dans le congélateur aussi?
S	Oui
I	Ok. Puis ça va le garder froid?
S	Oui
I	C'est ce que tu penses?
S	Oui
I	Ok. Alors ici tu me disais : « il n'y a pas de liquide dans le fond (du bécher B) parce que c'est très froid! »
S	Oui
I	C'est ça? Et, en se réchauffant, bon ok ça va peut-être plus de temps, d'après ce que tu dis le givre va garder le froid plus longtemps, mais en se réchauffant qu'est-ce qui se passerait à ton avis?
S	Ben je le sais pas là. Ça deviendrait de l'eau normale. (Silence 6 secondes)
I	Qu'est-ce qui te permet d'arriver à cette conclusion-là, qu'en se réchauffant ça mènerait à de l'eau normale?
S	Ben à moins que ça soit gelé, que ça soit quelque chose d'autre. Mais...
I	Tu dis « à moins que ça soit quelque chose d'autre »
S	Ben à moins que ça soit quelque chose d'autre qui soit gelé.
I	As-tu des exemples de ce qui pourrait être gelé?
S	Non. Mais ça deviendrait de l'eau normale parce que c'est de la glace puis que ça fond... c'est dans une pièce en haut du point de congélation.
I	Ok. Donc si on revient demain, qu'est-ce qu'on va observer si on revient demain?
S	Ben d'après moi ça va avoir fondu
I	Ok. Puis dans le A?
S	Dans le A ça va être juste de l'eau
I	Ça va être juste de l'eau. Puis dans le B ça va avoir fondu puis ça va être juste de l'eau aussi.
S	Ben dans le B peut-être un peu moins, il va peut-être rester encore...
I	Parce que c'est très gelé?
S	Ouin
I	Là, ça fait déjà un bon bout de temps que j'ai préparé les béchers. On va regarder s'il y a quelque chose dans le fond. (Je regarde dans le fond du bécher B)
S	Non. Il n'y a rien
I	Alors, là ça fait déjà un bon bout de temps que j'ai sorti le bécher puis il y a pas de liquide.
S	Non
I	Est-ce que tu es surpris ou tu t'attendais à ça un peu?
S	Ben je m'attendais à ça un peu
I	Ok tu t'attendais à ce que ça soit encore...
S	Oui
I	Ok. Puis ça prendrait combien de temps à ton avis pour qu'on commence à voir un liquide?
S	D'après moi si on revient en fin d'après-midi (le sujet déclare ceci à 9h30) il devrait y avoir quelque chose.
I	Ok. Et là t'es toujours pas convaincu que c'est de l'eau. Tu disais que ça pouvait être d'autres choses.
S	Ouin
I	Euh... Puis comment tu vis avec cette incertitude là?
S	Ben, je trouve ça juste bizarre que ça soit aussi dense que ça puis que ça soit tellement froid que ça fasse givrer le plat là (le bécher).
I	Ok. Tu trouves ça particulièrement froid!
S	Ouin
I	Ok. On va prendre la température de ce qui est là-dedans. (Je prends la température dans le bécher A et B : -0.1 et -42)
S	J'étais dans le champ pas mal avec mon moins 70!
I	Tu dis que t'étais dans le champ?

S	Ouin
I	Tu pensais que c'était plus froid que ça?
S	Ouin j'pensais que c'était plus froid que ça
I	Donc environ -42 et toi tu dis par rapport à ça que t'étais dans le champ dans ton estimation : tu pensais que c'était plus froid
S	Oui
I	Puis, qu'est-ce que ça change à ton avis que maintenant tu aies vu la température?
S	Ben, ça change pas grand-chose
I	Ok. Donc c'est à peu près ce que tu pensais.
S	Oui
I	Ok, je vais essayer de résumer ce que tu m'as dit. Tu me diras si tu es d'accord, si tu veux qu'on change quelque chose. Mais ce que j'ai compris, c'est que pour toi dans les deux béchers c'est de l'eau qui est froide, qui est gelée, en fait c'est de la glace. Et dans le bécher A la glace est plus chaude que dans le bécher B et c'est pour ça qu'elle fond tandis que dans le bécher B elle fond moins vite et le givre ralentit la fonte de ce qui est dans le B.
S	Ouin
I	Ok est-ce que ça de l'allure?
S	Ouin
I	Mais tu ne restes pas convaincu à 100% que c'est de l'eau
S	Ouin
I	Tu dis que ça pourrait être autre chose aussi.
S	Ouin
I	Les écarts de température ne te surprennent pas vraiment
S	Oui
I	En fait, c'est froid comme tu pensais à peu près.
S	Oui
I	Ok, c'est bon. On s'entend là-dessus.
S	(Je prépare et j'apporte l'azote liquide et l'eau bouillante) C'est bouillant! (silence 7 secondes) Ça bouille?
I	Ok. Toi tu dis que ça bouille!
S	Non ça bouille pas
I	Au départ tu disais que ça bouillait
S	La vapeur est pas froide, elle est pas chaude je veux dire. C'est du gaz, d'après moi c'est du gaz ou de quoi de même.
I	Comment t'arrives à dire que c'est du gaz?
S	Par instinct (rire)
I	Par instinct!
S	D'après moi c'est ça parce que si on regarde comme il faut, il y en avait là puis là (pointe un niveau sur le bécher) il est déjà... il s'évapore.
I	Ok, donc c'est du gaz
S	Oui, d'après moi oui.
I	Le gaz est dans le fond c'est ça?
S	Oui
I	Ok. Donc c'est du gaz qui est dans le fond du bécher B (azote liquide), puis il s'évapore
S	Ouin
I	Puis il s'évapore
S	Oui, d'après moi oui
I	Puis, si je te demandais, entre les deux béchers (bécher A eau bouillante et bécher B azote liquide) est ce que c'est la même substance? A et B est-ce que c'est la même substance?
S	(13 secondes silence) J'pense pas. Euh! J'pas sûr! 50-50 (rire)
I	50-50!
S	J'sais pas trop!
I	Qu'est-ce qui te fait douter?
S	Ben parce que l'eau elle peut être froide sans être congelée, mais je ne comprends pas exactement pourquoi il bouille, ben, il s'évapore.

I	Tu comprends pas pourquoi « quoi? » s'évapore?
S	Le liquide qui est dans le contenant B
I	Tu ne comprends pas pourquoi il s'évapore ce liquide là?
S	Ouin
I	Mais, il s'évapore!
S	Oui
I	C'est est ce que tu observes...
S	Ouin
I	On ne peut pas nier la réalité! Ok ok ok on va essayer de faire du ménage là-dedans! Hmm de quoi t'es sûr là-dedans?
S	Ben, que ça c'est un liquide congelé et que ça c'est un liquide normal qui s'évapore. Ben p'tête pas normal (rire) je sais pas c'est quoi! Mais... je trouve ça spécial, j'ai jamais vu ça. À part quand on fait de la cuisine mais là la vapeur elle serait plus chaude.
I	Toi tu trouve que ça ressemble à la cuisine
S	Oui mais l'eau est froide fait que j'comprends pas (inaudible)
I	Alors face à ça, comment tu te sens? Face à ce phénomène là que tu ne comprends pas...
S	(silence 10 secondes) Bloqué!
I	Bloqué? Tu sens qu'il y a quelque chose qui bloque?
S	Ouin
I	Ça se manifeste comment pour toi bloqué?
S	Ben je comprends pas, je peux pas l'expliquer ben ben. Là je viens de remarquer qu'il y a de la givre qui s'en va autour.
I	Ok il y a de la givre autour. Alors si on revient à la question « est-ce que les deux substances sont les mêmes? » qu'est-ce que tu réponds?
S	Ben d'après moi oui sauf que dans le B (azote liquide) elle est liquide et dans l'autre (bécher A, glace sèche) elle est gelée, elle est compacte.
I	Elle est compacte?
S	Oui
I	C'est quoi compact?
S	Ben... Elle est pas liquide, elle est plus dense.
I	Elle est plus dense. Ok. Là tu me parles de densité, comment, comment c'est arrivé dans ta tête ça? T'arrivais pas à l'expliquer et là t'as parlé de densité... Pourquoi t'as choisi de parler de ça?
S	Ben j'ai parlé du A (glace sèche) mais je savais pas trop pour le B (azote liquide) mais le A (glace sèche) c'est de la glace normale.
I	Et le B, c'est...
S	C'est un liquide que je sais pas c'est quoi
I	Est-ce qu'à partir de ce qui est dans le A (glace sèche) on pourrait faire ce qui est dans le B (azote liquide)?
S	Sûrement
I	Comment
S	Je ne sais pas
I	Et euh...
S	J'te simplifie pas la vie hein!
I	Non non, mais je comprends que c'est un phénomène que vous ne voyez pas à tous les jours! Puis t'as vu qu'il y avait des bulles qui sortaient hein?
S	Oui
I	Puis c'est quoi la différence entre ça puis de l'eau bouillante?
S	Ben celle-là est froide (azote liquide) puis l'autre est chaude (eau bouillante)
I	Ok. Celle-là est froide puis l'autre est chaude.
S	Oui
I	Puis, regarde en haut, tu vois des bulles?
S	Oui
I	Comment ça se fait que ça fait des bulles même si c'est pas sur une plaque chauffante?
S	D'après moi c'est la température de l'eau
I	La température de l'eau, elle explique que ça fasse des bulles?
S	Ben... D'après moi c'est avec la... c'est une réaction avec l'autre température. Là (dans la salle de

	préparation) est à une température puis quand t'es arrivé ici elle bouillait tandis que quand là-bas elle ne bouille pas, pour moi c'est une affaire de même.
I	Ok, donc c'est une réaction avec l'autre température
S	Ouain
I	C'est-à-dire, la température qui était...
S	...plus chaude
I	plus chaude là bas?
S	Plus chaude... Ben là bas elle est froide mais ici c'est plus chaud
I	Pis ça ça fait bouillir c'est ça?
S	Ben, c'est une hypothèse, je suis pas sûr.
I	Ok, parce que là, il y a des petites bulles. Puis sur une plaque chauffante, mon eau va faire des petites bulles.
S	Ouin
I	Tu dis c'est une hypothèse
S	Ouain
I	Sur quoi tu te bases pour construire cette hypothèse là?
S	Je ne sais pas. Je dis ça... je dis ce qui me passe par la tête
I	Ok, puis comment ça arrive dans ta tête? Je veux savoir... Ça m'intéresse. Comment toi, les choses te viennent en tête.
S	(10 secondes silence) En réfléchissant à ce qui se passe dans la vie de tous les jours.
I	Puis dans la vie de tous les jours, qu'est-ce qui te fais penser à ça?
S	Ben ce qui m'a fait penser à ça c'est plus, j'sais pas c'est dans quel contenant que c'est mais, je vois pas qu'il s'évapore ou quelque chose de même. Puis quand t'es arrivé, quand t'es arrivé ça commençait à bouillir, à faire des bulles. D'après moi c'est la réaction avec l'air qui est dans la pièce.
I	Alors tu t'es dit que quand je suis arrivé avec, ça faisait des bulles, mais avant, tu voyais pas que ça faisait des bulles.
S	Ben ouin
I	Ben on l'entendait pas
S	Je l'entendais pas
I	Et tu te dis « donc ça doit être une réaction avec l'air »
S	Ouain. (silence) Après ça vas-tu pouvoir me dire c'est quoi?
I	Je le sais pas ce que c'est (sourire). J'essaye de voir comment toi tu perçois ça. Comment toi tu analyses la situation puis que t'arrives à comprendre comment ça ça peut faire des bulles.
S	Ben d'après moi, j' pense c'est la même... J'en ai déjà vu, l'année passé y'a quelqu'un de l'université qui était venu puis il nous avait montré, une sorte de gaz, il mettait ça dans une sorte de train avec une pile. Puis ça faisait avancer le train tout seul. Puis après ça...
I	C'est quoi? Il vous avait montré ça?
S	Ouais. Il y avait comme un train en bois puis il versait ça dedans puis là il avait comme une espèce de pile spéciale, carrée, puis là il mettait le liquide dedans la locomotive.
I	Puis le liquide, c'était... penses-tu que c'était la même chose?
S	Ça ressemblait à ça
I	Qu'est-ce qui fait penser que ça pourrait être la même chose?
S	Ben la vapeur
I	Ah il y avait de la vapeur?
S	oui
I	Puis il vous avait tu dit c'était quoi?
S	J'me rappelle pas exactement c'est quoi le nom. À la fin il l'avait toute versé à terre. Ça s'avait tout évaporé.
I	Ok. Pour toi, l'idée que ça fasse des bulles, même si c'est pas sur une plaque chauffante, c'est une question de contact avec... Tu sais un changement de...
S	Changement de température
I	Réaction avec l'air. C'est ça?
S	D'après moi oui. Mais je suis pas sûr à 100%
I	T'es pas sûr.
I	Regarde ce que je vais faire : on va se servir du thermomètre. (je note la température de l'eau qui approche de l'ébullition : 82°C et celle de l'azote liquide)
S	Ouain je me mettrais pas le doigt là dedans! C'est ça, c'est à moins 100° et plus! J'me rappelle là. C'est la

	gaz que j'parlais, que je pensais.
I	Tu dis que c'est un gaz?
S	Ben d'après moi c'est un gaz
I	174°C, dans le négatif. Alors ce que je veux comparer avec toi, c'est avec le béccher C. On a de l'eau bouillante à environ 100°C. Comment tu vois ça toi?
S	C'est deux extrêmes!
I	Deux extrêmes! Mais dans les deux cas il y a des bulles hein?
I	Ouais
S	Alors toi t'as dit, ce qui a dans le béccher B (azote liquide) c'est un gaz
I	Ouin parce que d'après moi si ça serait de l'eau elle serait gelée
S	Ok. Tantôt tu disais c'est la même substance mais dans le béccher A (glace) elle était gelée et dans le béccher B (glace sèche) elle était plus compacte
I	Ouais
S	Mais là tu dis « si c'était de l'eau... »
I	Elle est compacte (pointe la glace)
I	Ah ok A (glace sèche) est plus compacte et B (azote liquide) est moins dense, moins compacte
S	Ouain
I	C'est ça?
S	C'est un liquide.
I	C'est un liquide ou un gaz?
S	Ben d'après moi c'est plus un gaz parce que si ça serait, si ça serait de l'eau, elle aurait gelé ça fait longtemps. À -174°C!
I	À -174°C!!
S	D'après moi, elle serait figée déjà.
I	Puis vu que c'est un gaz, ça gèle pas c'est ça?
S	Ouain d'après moi ouain.
I	Ok. Je vais essayer de résumer ce que tu penses par rapport à cette substance (azote liquide) là par rapport à l'autre là-bas (eau bouillante). Alors dans le béccher B, y'a une substance qui est à -174°C pis toi tu te dis c'est probablement pas de l'eau parce qu'elle aurait gelé...
S	ouais
I	ok à des températures comme ça elle aurait été gelé, donc c'est probablement autre chose
S	oui
I	T'as déjà vu quelque chose qui se comporte de façon semblable durant une expérience l'an passé. Puis t'es pas surpris que ça fasse des bulles parce que ça a l'air bizarre comme substance.
S	oui
I	Tandis que l'eau qui bouille à 100°C ça a pas l'air d'une substance bizarre. J'ai raté mon coup avec ça! Non non, je ne m'attendais pas à ce que tu sois surpris! Et à -174° c'est tellement froid que ça fait de la vapeur parce que c'est un gaz.
S	Oui, ben c'est peut-être pas un gaz, c'est peut-être un autre liquide mais c'est sûrement pas de l'eau
I	Ok. J'ai remarqué que t'as quand même hésité beaucoup, durant la séance d'aujourd'hui
S	Oui
I	Comment tu vis avec ces hésitations là? T'as remarqué toi aussi?
S	Ouin
I	Comment tu vis avec ces hésitations là?
S	Ben c'est pas des choses qu'on voit tous les jours ça fait qu'on peut pas l'expliquer nécessairement. Y'a pas personne... C'est pas tout le monde qui voit ça, ça fait que... On peut pas toute l'expliquer.
I	Donc si c'était plus dans notre quotidien, on pourrait mieux l'expliquer?
S	D'après moi oui... C'est sûr.
I	Puis est-ce que tu penses que tes hésitations veulent dire quelque chose?
S	Ben ça veut dire que je suis pas ben ben sûr de ce que je dis. C'est des hypothèses, comme je dis. Comme je disais on voit pas ça à tous les jours ça fait qu'on peut pas le savoir exactement c'est quoi
I	Puis, comment tu te sens quand tu hésites? Est-ce que tu sais comment tu te sens? Au moment où tu hésites pour expliquer quelque chose...
S	(silence 13 secondes) Comment je me sens quand j'hésite (rire). Ben... J'sais pas comment expliquer ça...
I	Tu hésites?

S	Ouais
I	Tu te sens pas nécessairement mal?
S	Non. J'me sens juste moins intelligent
I	Parce que ça t'échappe
S	Ouain
I	Ok. C'est un phénomène qui t'échappe

Sujet 2

Durée : 45 :51 I = Intervieweur; S : Sujet; (Inaudible): les propos sont incompréhensibles; (commentaires) : les commentaires sont entre parenthèses

Transcription du dialogue	
I	Alors j'ai préparé ça (bêchers A et B) tantôt en descendant pendant la pause et on va appeler ça les bêchers A et B, donc j'ai préparé ça tantôt le contenu des bêchers A et B. Alors j'aimerais ça savoir d'abord est-ce que tu penses que les deux substances sont les mêmes.
S	Hmm ouais, j'pense que.. ouais j'pense que les deux sont les mêmes
I	Tu penses que les deux substances qui sont dans les bêchers A et B sont les mêmes substances?
S	Ouais
I	Ça serait quoi à ton avis?
S	Ben, c'est sûr que c'est de l'eau. Dans le A c'est de l'eau, à mon avis. Mais dans le B ça doit être de l'eau mais p'tête que ça fait plus longtemps qu'est dans le congélateur. T'es as préparés en même temps.
I	Toi tu dis... Attends, tu dis que c'est les mêmes substances pis tu dis que dans le A (glace normale) ça doit être de l'eau. Ben si c'est les mêmes substances, ça veut dire que tu penses que dans le B (glace sèche) aussi c'est de l'eau
S	Oui oui oui
I	Ok donc dans les 2 ça serait de l'eau
S	Oui
I	Pis tu dis que dans le B tu doutes de la façon que je l'ai préparé? Tu le sais pas trop?
S	Oui
I	Tu penses quoi? Que je les aurais préparés comment?
S	Ben ça serait la même chose, ça serait de la glace, sauf que c'est comme si ça ferait plus longtemps qu'elle serait dans le congélateur.
I	Ok. Qu'est-ce qui te laisse croire ça?
S	Ben, la p'tite neige sur le... sur les côtés. Souvent on voit ça tsé quand on fait geler quelque chose là on le reprend le même jour ou le lendemain tsé c'est pas encore de la neige tsé mais quand ça fait une semaine ou deux, tu vois qu'il y a de la neige qui...
I	Ok donc tu dis que ça fait plus longtemps que je l'ai préparée c'est ça?
S	Oui
I	Ok. Moi je peux te dire, en fait que, tantôt pendant la pause, les deux bêchers au départ ils étaient vides ils étaient secs il avait rien dedans.
S	Ah ok!
I	Autrement dit, il y avait pas, ce que tu appelles la neige ici, y'en avait pas. Ok? J'ai juste rempli le contenu... J'ai juste mis la substance dedans. Ok? Est-ce que ça change ta façon de voir le problème?
S	Ouais
I	Que je dise ça?
S	Y était -tu à la même euh... à la même euh... Ils étaient tu refroidi à la même degré?
I	Donc toi tu te demandes au départ... attend un p'tit peu... Toi tu t'es dit au départ il était plus froid depuis plus longtemps (le bêcher de glace sèche).
S	Ouain
I	Ok. Euh. Disons que je m'intéresse à savoir pourquoi tu penses ça. Pourquoi tu penses que ça s'expliquerait, ce qu'on voit là, si ça faisait plus longtemps que ça avait été au froid. (silence 6 secondes). Mettons que j'te dis ça : « ça a été gardé au froid longtemps »... qu'est-ce que ça change?
S	Ouain. Ben, si y ont été fait en même temps pis que y ont été mis longtemps, ben les deux auraient eu de la neige. Parce que ils ont de la glace dedans pareil...
I	Ok. Tu peux regarder de proche. Donc comment on fait pour obtenir la substance A et comment on fait pour obtenir la substance B, à ton avis?
S	Ben la A, ça par exemple, chuis quasiment sûr, même on dirait que ça commence à en faire... ah non! Mais la A chuis sûr c'est de la glace.
I	Ok la A t'es quasiment sûr que c'est de la glace...
S	Ouais
I	Ok
S	Mais la B ça a l'air d'être juste de la neige.
I	Juste de la neige

S	Ouain. Ben qui a été de l'eau
I	Ok. Tu parles-tu du contenu ou à l'extérieur?
S	Toute là! Ici ça a l'air des glaçons pis à l'extérieur c'est de la neige
I	À l'intérieur c'est des glaçons
S	Ouais
I	C'est des glaçons comme dans le A?
S	Ouais
I	C'est ça que tu penses?
S	Ouais
I	Donc c'est la même chose?
S	Ouais!
I	C'est la même chose mais...euh... Ce qui te fait croire que c'est la même chose c'est quoi?
S	C'est que les deux ont des glaçons dedans
I	Les deux ont des glaçons dedans...
S	Ou bien c'est peut-être pas la même substance qui est dedans. Peut-être que d'un bord c'est une autre chose pis que la A c'est des glaçons pis la B c'est autre chose. Mais chuis quasiment sûr que c'est pas normal parce que y'a des glaçons, fait que...
I	Comment ça se fait que là, t'entrevois la possibilités que dans le B ça serait autre chose que des glaçons?
S	Parce que y'a pas pareil que dans le A... Le B a de la neige puis le A en a pas. Moi la seule explication que j'aurais eue c'est que y'auraient pas été mis en même temps mais là s'ils ont été mis en même temps ça mélange un peu mes affaires!
I	Ouais effectivement les deux je les ai mis dans leur béccher qui était sec, je les ai mis en même temps, c'est-à-dire il y a à peu près 15 minutes. Donc le fait qu'il y ait de la neige autour du béccher toi ça te laisse douteux... Ça te laisse en doute?
S	Ouais
I	Qu'est-ce que tu pourrais faire pour savoir ce que c'est?
S	(silence 8 secondes) Ben peut-être en regardant... On voit que c'est de la neige par exemple.. À moins que ça soit d'autre chose mais c'est carrément de la neige.
I	C'est carrément de la neige. Mais ce qui est en dedans?
S	Ouain c'est ça
I	Ce qui est en dedans, c'est quoi?
S	Des glaçons... Chuis sûr que c'est des...
I	Est-ce que c'est le même genre de glaçons qui est à ta gauche, dans le béccher A?
S	Euh! Surement. Surement parce que... parce que y'a pas 3 000 glaçons qui se font avec de l'eau
I	Essaie de parler un peu plus fort sinon j pense que ça va être difficile à entendre
S	Ok
I	Toi tu dis que c'est surement des glaçons parce que y'a pas énormément de glaçons qui se font avec de l'eau
S	Ouais
I	C'est ce que tu dis?
S	Ouais
I	Ok. Puis comment est-ce que tu le sais ça?
S	Ben. Ce que je sais c'est que des glaçons à la longue ça fait, dans le congélateur ça fait de la neige. Puis ce qui me laisse croire que c'est peut-être pas la même chose c'est que y'en a un qui aille juste des glaçons pas de neige pis un qui aille de la neige.
I	Ça ça te surprend
S	Ouais
I	Ok. Donc tu te dis quoi?
S	J'me dis que c'est bizarre... (rire) ouais j'sais pas trop comment le dire parce que d'habitude des glaçons des glaçons, c'est sensé faire la même chose. À moins qu'il y ait un autre ingrédient dedans ou...
I	Tu penses qu'il pourrait peut-être y avoir quelque chose d'autre?
S	Ouais
I	Qui ferait que ça ferait quelque chose de spécial
S	Ouais

I	Ok. Donc tu restes incertain? Mais comment ça se passe en dedans de dans ta tête quand tu te dis « Aie, c'est devant mes yeux pourtant » Comment tu tranches ça? Comment tu dis ça devrait être ça ou ça...
S	Ben. Si B c'est des glaçons A devrait être pareil pis si A c'est juste des glaçons B devrait être pareil. Fait que... C'est (silence 12 secondes). Peut-être que c'est juste que y'a plus de glaçons dans lui (bêcher B).
I	Ça peut être une quantité? C'est une quantité?
S	Ben sûrement, ou p'tête. On peut pas vraiment dire sûrement parce que je suis pas vraiment sûr de moi.
I	Ok. Qu'est-ce qui t'as fait penser que c'était peut-être une question de quantité?
S	Ben ils ont l'air plus petit pis il y a l'air d'en avoir un peu plus (de glaçons dans le bêcher de glace sèche)
I	Les glaçons ont l'air un peu plus petits?
S	Ouais. Ben ils sont plus petits
I	Ok les morceaux sont plus petits
S	Ouais
I	Et y'a l'air d'en avoir plus en quantité?
S	Ouais
I	Ici ça peut changer quelque chose?
S	Ben p'tête, p'tête vu qu'il y en a plus y'a plus de froid
I	Là tu dis parce qu'il y en a plus y'a plus de froid...
S	Ouain p'tête
I	Là, ce que tu viens de me dire, ça te viens d'où?
S	Ben ça me vient en regardant. Je vois qu'ils sont plus petits (les glaçons dans le bêcher A), ceux-là sont plus gros (les glaçons dans le bêcher B). Y'en faut p'tête deux pour faire un. Je sais pas trop si y'en a égal ou pas. Mais à mon avis euh... Euh... La neige qui est là ça doit être parce que il y a un autre ingrédient dedans. Y'a quelque chose d'autres. Je sais pas comment dire vraiment.
I	Y'a quelque chose dans la neige qui fait... Euh, dans la neige ou dans les morceaux?
S	Dans les morceaux
I	Donc toi tu dis « peut-être qu'il y a autre chose »
S	Ouais
I	Qui fait que... Qui fait quoi?
S	Qui fait que ça gèle d'une autre manière
I	Ok p'tête quelque chose d'autre...
S	P'tête que c'est pareil mais B (les glaçons de glace sèche) doit geler d'une autre manière.
I	Tu veux dire peut-être que c'est pareil à ça?
S	Ouais
I	Comment est-ce que ça pourrait geler d'une autre manière?
S	(Silence 4 secondes) Ou bien peut-être que les glaçons qu'il y a là (dans le bêcher de glace normale) ben ils étaient sûrement déjà gelés
I	Ok. Tu veux dire les glaçons dans le bêcher A (bêcher de glace normale)?
S	Ouais ils (les glaçons d'eau) étaient sûrement déjà gelés parce que la manière qu'ils sont mis ils étaient déjà gelés quand t'es a mis, pis ici (dans le bêcher de glace sèche) aussi sauf que eux (les glaçons de glace sèche) ça faisait p'tête plus longtemps que y étaient gelés avant que t'es aille mis la-dedans. Ça ça a fait que en plus que t'es aille mis au froid ça a fait de la neige autour.
I	Ok. Si ça faisait plus longtemps qu'ils étaient gelés (les glaçons de glace sèche)... qu'est-ce qui se passe avec des glaçons qu'on gèle longtemps? Qu'est-ce qui... Ils deviennent différents?
S	Ben j'sais pas j'pense que... Messemble j'ai déjà en... ben p'tête pas, je dis ça de même, messemble que quand ça fait trop longtemps, ils s'évaporent.
I	Les glaçons?
S	Ouais
I	Ok puis ça serait quoi le rapport avec ça?
S	Euh! Je comprend pas ce que tu veux dire?
I	Ben tu dis « quand ça fait trop longtemps ils s'évaporent » mais ici est-ce que c'est une question qu'ils s'évaporent?
S	Non mais il faudrait que ça soit p'tête encore plus longtemps
I	Ok

S	Il faudrait qu'ils soient encore plus gelés.
I	Ok. Tantôt tu me disais « ben p'tête que c'est parce que les glaçons sont plus petits et plus nombreux ben, ça fait plus froid »
S	Ouain, ben, non, j'efface cette p'tite théorie parce que y'a l'air a en avoir quand même pareil parce que eux sont plus gros eux sont plus petits quand t'en as deux p'tits ça fait un gros. En tout cas. Chuis mieux avec ce que je viens juste de dire.
I	Ben ça m'intéresse quand même de voir comment ça se fait que t'as quand même passé comme une fraction de minute... T'as passé un peu de temps avec cette idée-là. J'aimerais savoir d'où elle vient. Comment ça se fait que tu t'es dit : « Ben c'est p'tête parce qu'ils sont plus petit et plus nombreux »
S	P'tête que si ils sont plus nombreux, dans chacun, y'a tant de froid. Ça fait que vu qu'ils sont plus nombreux ça fait plus froid. Pis si eux seraient moins nombreux, ça ferait moins de froid.
I	Ok. Donc plus nombreux plus petits contient plus de froid?
S	Oui
I	C'est ce que tu penses?
S	Oui
I	Mais là tu viens de dire il y a un instant « efface cette théorie-là ». Ça fait que là tu y crois plus?
S	Non plus vraiment
I	Parce que quoi?
S	Parce que je viens de me rappeler que y'a quelque chose d'autre pis quand... ben messemble que j'ai déjà entendu ça quelque part, ou c'est p'tête une autre sorte de glace qui s'évapore quand ça fait trop longtemps que tu le tiens. En tout cas, j'me rappelle plus trop mais j'pense que ça a rapport avec ça quand c'est, que ça fait trop longtemps que c'est gelé ça s'évapore...
I	Ah oui? t'as entendu ça?
S	Y'a juste la glace... Parce que la bouffe c'est pas parce qu'elle est gelée qu'elle s'évapore!
I	Ben non, pas la bouffe! Ok! Tiens je te demanderais de m'expliquer comment tu vois ça toi dans le bécher A on voit que dans le fond y'a du liquide hein?
S	Oui, parce que ça s'est un p'tit peu réchauffé...
I	Et dans le bécher B, regarde (je lui montre le fond du bécher), ça fait le même temps que c'est sorti puis regarde dans le fond.
S	Ouin ça doit être parce que c'est plus... aie ça fait de la boucane!
I	Dans le fond y'a pas de liquide hein? Comment t'expliques ça que dans le bécher B y n'y ait pas de liquide?
S	Ben p'tête parce que eux (les glaçons de glace sèche) ils étaient plus gelés que eux (les glaçons d'eau) vu que eux (B) étaient plus gelés ça prend plus de temps à réchauffer tandis que eux (A) ça prend moins de temps à réchauffer. Eux (A) ils ont déjà de l'eau tandis que eux (B), je sais même pas s'il va en avoir un jour. Ouais il va sûrement en avoir mais ça va être dans plus longtemps que dans le bécher A.
I	Toi tu dis que c'est parce que c'était plus gelé.
S	Ouain
I	Ok. Puis pour toi c'est ce qui explique pourquoi il n'y a pas d'eau dans le fond.
S	Ouais!
I	C'est vraiment une question de « ça fait longtemps que c'est gelé » pour toi?
S	Oui
I	Mais en ce moment, c'est pas dans un congélateur là!
S	Non.
I	Et pourtant, ça ne forme pas de liquide
S	Mais... Ouain! Mais tsé que si on laisserait une heure, p'tête que celle-là (A) serait déjà en eau, mais p'tête que elle (B) commencerait à dégeler
I	Ok. Elle commencerait à dégeler puis devenir liquide?
S	Ouin
I	Ok. Tu penses qu'elle deviendrait liquide
S	Oui
I	Ok. Et si je te demandais de faire une prédiction sur la température que ça... La température des deux contenants... des deux contenus. A ton avis, si j'étais capable de prendre la température dans le contenant A, j'obtiendrais quelle température?
S	Pour que ça fasse de la glace... Pour que ça fasse de la neige faut que ça soit à zéro. Pour que ça fasse de la

	glace.... P'tête à moins 20.
I	Moins 20?
S	Ouain
I	Puis dans le bécher B?
S	Celui-là il est beaucoup plus gelé. Je sais pas si ça se fait... J'pense que c'est à la même température mais ça fait plus longtemps. J'pense que ça serait moins 20 (pour le A) puis moins 20 (pour le B)
I	Veux-tu qu'on vérifie?
S	Ouain.
I	(Nous observons les températures)
S	(observant que la température de la glace sèche est inférieure à celle de la glace d'eau) Je savais que lui était plus gelé.
I	Tu savais? Pourtant dans les deux cas t'as dit que ça allait donner 20°C? Moins 20°C je veux dire.
S	Ouin mais plus longtemps que... Je savais que ça serait un peu plus gelé. Ah! Mais ouain c'est un peu...
I	T'avais dit -20 et -20. Mais t'avais comme eu un...
S	Un doute...
I	T'avais un doute! T'avais l'impression que ça allait être plus froid.
S	Ouain
I	Qu'est-ce qui te donnait cette impression là?
S	Ben que ça soit pas pareil! Regarde, -36
I	Ok.
S	-40! Tabarouette! C'est gelé! Crime il est -30° de plus que ce que je pensais. J'me doutais que ça serait un peu plus. C'est beaucoup plus! Celui-là (A) s'est rendu à zéro...
I	Où (nous continuons d'observer une diminution de la température de la glace sèche). J'aimerais ça savoir comment tu réagis face à ces résultats-là?
S	Euh...
I	Approche un peu. Comment tu vois-ça que les températures soient différentes?
S	Ben je me doutais un peu que ça serait différent parce que... c'est pas pareil pentoute! Il y en a un qui est vraiment en neige puis en glace blanc blanc blanc tandis que l'autre y'a pas de neige puis c'est juste transparent. J'sais que cette glace-là (A) je vois ça souvent mais l'autre (B) on voit plus ça quand tu fais congeler un repas, ça fait longtemps, tu vois qu'il commence à avec quelques p'tits grains de neige.
I	Puis ça ça te dit que c'est parce que ça fait longtemps?
S	Ben ça me dit ouin, ça fait plus longtemps que quand que... Parce moi dans mon congélateur j'ai une machine à glace qui se fait toute seule puis j'ai rarement vu de la p'tite neige. J'en vois souvent dans le fond, ça fait longtemps qu'elle est dans mon congélateur mais les glaçons eux je vois rarement ça qu'ils aillent y'a de la neige autour.
I	Ok puis là ça te surprenait que ça soit comme ça?
S	Ouais
I	Mais quand t'as dit que ça allait être -20 les deux, t'as dit « ben c'est de la même glace, c'est juste que ça faisait plus longtemps qu'elle était au froid », ben quand t'as dit ça, tu tenais pas compte du fait qu'il y avait une p'tite neige ou quoi?
S	Ben... J'sais pas trop là... J'ai dit ça parce que j'le pensais mais en même temps j'avais un doute aussi que ça serait pas égal. Je me disais que si ça fait plus longtemps que la glace est dans le congélateur elle va être plus froide. Comme l'air climatisé quand tu fais ça dans une auto ça commence chaud puis ça devient plus froid plus froid plus froid, un moment donné tu sens que c'est froid froid froid froid froid...
I	Donc c'est une question de temps!
S	Ouain
I	Ça prend un certain temps avant que ça paraisse d'après ce que tu me dis.
S	Ouain
I	Bon ok alors je vais essayer de résumer ce que tu m'as dit par rapport à ces deux substances là, qui sont dans deux béchers différents. Tu me dis finalement que c'est de la glace dans les deux cas. Est-ce que c'est encore ce que tu penses?
S	Ouais
I	C'est toujours de la glace, sauf que celle dans le bécher B est pas mal plus froide. (nous vérifions à nouveau la température au thermomètre) Et pour toi l'explication c'est qu'elle est très froide parce qu'elle est restée très longtemps dans un congélateur

S	Ouais
I	C'est ça? Tandis que l'autre glace, une glace qu'on reconnaît plus, c'est quoi elle elle est restée moins longtemps c'est ça? Ça fait moins longtemps qu'elle a été faite ou...?
S	Euh! P'tête! Sûrement parce que si ça avait fait aussi longtemps que l'autre elle aurait été pareille y'a pas de différence avec une glace à moins qu'il y ait quelque chose de spécial dedans. Mais quand on a remarqué que c'était pas la même température on a vu que c'était juste, en tout cas moi j'y pense, que c'était parce que c'était plus gelé dans le béccher B que dans le béccher A.
I	Mais tu penses que c'est la même, que c'est fait de la même chose.
S	Ouain
I	T'es sûr de ça?
S	Ouain
I	Tu te fies à quoi pour dire ça?
S	À la neige puis à la couleur de la glace
I	La couleur de la glace
S	Y'en a une qui est transparente puis y'en a une qui est blanche
I	Ça ça te dit que c'est la même chose?
S	Oui, c'est quand même de la glace. Moi je dis que c'est toujours de la glace
I	Je vais essayer de re-résumer. Finalement tu dis que les deux sont de la glace, y'en a une qui a été laissée plus longtemps dans un congélateur que l'autre, c'est pour ça qu'elle est plus froide.
S	Oui
I	Tiens, avant de passer à autre chose, je voudrais juste savoir qu'est-ce que tu penses de ça... De la glace qu'on oublie dans le congélateur, disons au chalet ou euh... tsé ça fait loooooooooontemps qu'elle est là... Comment ça se fait qu'elle est pas... Comment ça se fait qu'elle fait pas. Vois-tu elle là, celle qui est dans le B, dans le fond, y'a pas de liquide encore, mais celle qu'on oublie dans un congélateur comme ça dès qu'on la sort, elle commence à fondre.
S	Oui
I	Mais elle (glace sèche), elle fond toujours pas! Ben on va regarder (nous regardons dans le fond du béccher B). Il n'y a toujours pas d'eau dans le fond!
S	Oui oui...
I	Ça va plus de temps? Tantôt tu disais que ça prendrait p'tête une heure...
S	Ouain ben ça va p'tête en prendre plus qu'une heure
I	Ok. On va passer à autre chose. (je prépare les deux bécchers suivants, je lui montre le béccher B vide)
S	Oh c'est quoi ça!
I	C'est le béccher B
S	C'est quoi qui s'est passé?
I	C'est ce que je te demande : à ton avis, est-ce que les deux substances sont les mêmes?
S	(rire) c'est donc bien hot!
I	T'es surpris?
S	Un peu oui! c'est rare que je vois ça!
I	Ma question c'est « est-ce que les deux substances sont les mêmes, à ton avis? »
S	Ça j'y pense que ça (azote liquide) avant c'était de la glace.
I	Euh pardon? Ce qui est dans le B?
S	Ouain ce qui est dans le B j'y pense que c'était de la glace avant parce que ça fait beaucoup de boucan et j'ai mis ma main et je trouve ça assez froid. C'est gelé.
I	Donc pour toi ça nous dit que c'est de la glace, c'était de la glace.
S	Oui pis ça a pas l'air chaud non plus. J'aime mieux pas mettre mes mains. Mais j'veux dire, ça a pas l'air chaud. Si c'est chaud, on va le savoir là!
I	Puis euh... Tu penses que c'était de la glace.
S	Oui je pense que c'était de la glace avant
I	Tu te fies à quoi pour dire ça?
S	Euh ben, la boucan que ça a fait. À moins que ça soit le contraire : c'était de l'eau chaude puis que t'aies mis de la glace. J'y pense que ça aurait fait la même chose.
I	Toi tu penses qu'en arrière (dans la salle de préparation) j'ai préparé quelque chose c'est ça?
S	Ouais (rire)
I	Ok mais ce que je peux te dire c'est que moi, j'ai pris un liquide puis je l'ai mis là-dedans.

S	Ok
I	Tu sais, j'ai pas fait de mélange
S	Ah ok!
I	J'ai mis un liquide dans le bécher
S	Liquide.
I	Ben là il est encore là, regarde (je penche le bécher vers lui)
S	C'est un liquide spécial
I	Est-ce que tu penses que la substance A et la substance B c'est la même chose?
S	Non.
I	Donc ça te vient assez spontanément, tu dis « non »
S	Parce que t'as dit que c'était un liquide...
I	(des gens entrent dans le labo : perturbation)
S	Tu vois ça commence à faire de la neige. C'est sûr que c'est pas la même chose
I	...que le A. C'est quoi tu penses que c'est en haut, dans le bécher A?
S	C'est de l'eau qui bouille
I	Puis euh, dans le bécher B?
S	C'est un liquide qui est gèle
I	Toi tu dis que dans le B c'est un liquide qui gèle...
S	C'est un liquide qui est gelé
I	Qu'est-ce qui te fait croire qu'il est gelé?
S	Ben que y'a de la neige autour
I	Ok. Donc tu penses que si on prenait la température du liquide ça serait très froid...
S	Ouais
I	Donc toi tu penses que A et B sont les mêmes substances. Maintenant comment ça se fait que...
S	Non c'est pas les mêmes substances!
I	Ah! C'est pas les mêmes substances!
S	Non c'est pas les mêmes choses
I	Ben B c'est quoi débord à ton avis?
S	B c'est, c'est pas (inaudible) parce que j't'ai vu prendre le bécher puis j'ai vu qu'il était sec puis en plus tu me l'as apporté ici pour me le montrer. Euh! J'ai remarqué qu'il était sec, puis t'as mis un liquide dedans mais c'est pas la même chose que de l'eau ça c'est sûr parce que ça fait pas de la boucane de même puis ça gèle pas comme ça en 30 secondes.
I	Ok. Pour toutes ces raisons là tu dis que c'est pas de l'eau. Puis ça en haut t'es pas mal convaincu que c'est de l'eau?
S	En haut c'est de l'eau c'est normal il est à 500 (la plaque chauffante) puis ça chauffe, ça bouille
I	Si on regarde, encore une fois, t'as vu qu'il y avait des bulles hein?
S	Oui il s'est évaporé
I	Toi tu dis ça s'est évaporé
S	C'est tu la fameuse glace qui s'évapore?
I	La glace qui s'évapore...
S	Oui un autre élève (qui est le sujet S18 d'ailleurs) nous avait parlé de ça son père il travaille dedans, aussitôt que tu le touches, ça te brûle en tout cas ça fait « pchuiiiit » ça s'évapore.
I	Ok. Puis tu penses que c'était peut-être ça...
S	Oui
I	Mais c'est un liquide que j'ai mis
S	Ah oui c'est un liquide c'est vrai...
I	C'est un liquide qui était dedans. Là il n'en reste plus par exemple... Mais t'as vu que ça faisait des bulles hein?
S	Ah oui!
I	Comment t'expliques ça qu'il y a des bulles dans le bécher B, y a des bulles dans le bécher A, dans les deux cas y a des bulles mais dans le bécher B y'a des bulles puis c'est même pas sur la plaque chauffante...
S	(silence 8 secondes) C'est dur à dire... Surtout, que ça fasse de la glace.
I	Veux-tu que j'en remette dedans pour voir?
S	Oui

I	(Je remplis à nouveau le bécher B d'azote liquide) Regarde on va en profiter pour prendre sa température!
S	Oui c'est dans les moins... Eh crime ça monte par euh!! -75! -80! Sibole! -100! (rire) On doit se geler les mains, mettre nos mains là-dedans! -173 (on note la température finale des deux béchers : 102°C pour le A)
I	Ok on va revenir aux bulles d'abord. Alors y'a des bulles même si c'est pas sur une plaque chauffante.
S	Ouais
I	Comment tu vois ça?
S	Je crois que le liquide que t'as mis c'est vraiment, ça fait que c'est gelé. J'sais pas comment le dire. Si je pourrais connaître c'est quoi le liquide... Ça doit être un liquide spécial pour que ça s'achète sûrement pas au dépanneur ni en certains magasins.
I	Donc c'est un liquide spécial
S	Un liquide spécial que j'achète à quelque part de spécial parce que moi j'ai jamais vu ça un liquide qui monte à moins 173°C
I	C'est dans le très froid ça
S	Oui c'est dans le très froid. Y'a pas personne qui peut vivre à -173
I	Ok. Puis comment t'expliques les différences de température justement entre les deux?
S	Ben le A c'est facile vu que ça bouille c'est sûr que c'est chaud!
I	Ok
S	Mais là, B c'est un phénomène rare. La différence...
I	Ben j'ai deux liquides qui étaient incolores, qui avaient des bulles il y en a un qui est à -173 l'autre est à +100 et quelques. Les deux font des bulles. Mais comment ça se fait que les deux sont à des températures aussi différentes?
S	Ben quand c'est extra gelé c'est pas pareil que comme quand c'est chaud. Quand c'est chaud c'est dans le « plus » puis quand c'est froid c'est dans le « moins ». La différence, y'en a un qui est dans le froid pis l'autre y est dans le chaud. C'est à deux extrémités.
I	Est-ce que tu trouves ça quand même spécial, comme liquide, dans le B?
S	Dans le B, je trouve ça extraordinaire.
I	Qu'est-ce que tu trouves le plus spectaculaire ou le plus spécial là-dedans?
S	C'est que ça monte à -173°C puis que ça bouille, ben pas que ça bouille dans le chaud mais que ça fasse des bulles.
I	Tu t'attendrais à quoi? À quoi tu te serais attendu normalement. ..Pour pas que ça t'aies étonné
S	Il aurait fallu que je l'ai déjà vu
I	Ok non mais je veux dire... Comme là t'es étonné que ça fasse des bulles à -173, mais à quoi tu t'attendrais d'une substance à -173?
S	Ben que ça aurait pas fait de bulles mais que ça aurait figé!
I	Toi tu penses qu'à -173 c'est tellement froid que ça fige
S	Ça fige! Mais là j'ai remarqué que non, ça fait des bulles. C'est peut-être pas juste à -173, peut-être rendu à -100 ça fait des bulles... Je sais pas mais... Quand c'est très froid, ça fait des bulles même quand c'est froid pis quand c'est chaud, ça c'est normal c'est du déjà vu.
I	Si t'étais capable de prendre le contenu du bécher A, qui est en train de bouillir, puis de le refroidir, refroidir, refroidir, jusqu'à -173, qu'est-ce que ça ferait à ton avis?
S	Ça ferait des bulles
I	Ça ferait des bulles?
S	Ah non parce que c'est pas le même liquide
I	Ah toi tu penses vraiment qu'en B c'est un liquide différent?
S	Oui
I	Donc si on prenait le A qu'est-ce que ça ferait là-dedans celle-là?
S	Ça figerait
I	Ça figerait?
S	Oui ça figerait
I	Ça figerait comme de la glace...
S	Oui ça gèlerait bang!
I	Ça ferait de la glace
S	Ou p'tête même vu que ça serait très froid p'tête que le bécher pourrait peut-être éclater
I	Ok.
S	Ben messemble que ça le fait même quand c'est très froid, je sais que ça le fait quand c'est chaud quand

	c'est très chaud.
I	Éclater?
S	Oui. Mais quand c'est froid je sais pas trop si ça peut éclater mais à mon avis, oui.
I	Tu penses que ça aurait du bon sens si ça éclate
S	Oui, ben du bon sens non mais ça serait peut-être logique
I	Je vais essayer de résumer ce que t'as dit concernant les deux substances qui sont là. Au départ, t'avais pas trop de doutes que c'était... Non en fait au départ tu disais que c'était de la glace, parce qu'il y avait de la boucane, tu t'es dit que c'était de la glace. Mais après t'as vu que c'était un liquide qui faisait des bulles pis t'as dit « c'est pas la même substance ». C'est un liquide spécial. Puis t'as dit c'est un liquide spécial très froid puis c'est pas la même chose que l'autre parce que sinon ça ferait pas des bulles comme ça ça figerait. Si c'était comme du liquide A ça figerait à cette température là c'est trop froid. C'est un liquide spécial tu connais pas ce que c'est. (le sujet acquiesce à chaque fois) Puis face à... dans le fond tu l'as devant tes yeux tu peux pas vraiment dire que ça existe pas.
S	Ah oui
I	Là tu l'as vu, c'est un thermomètre précis quand même, savais-tu que des substances comme ça existaient?
S	Non... pas à -173
I	Non, pas aussi froide?
S	J'ai déjà entendu -73, -70, mais jamais entendu -173
I	Ok
S	C'est assez énorme
I	Ça fait que tu trouves ça quand même assez spectaculaire de travailler avec des substances comme ça?
S	Oui
I	As-tu remarqué, moi j'ai remarqué quand même, à plusieurs reprises tu hésitais dans tes réponses, tu étais hésitant... Euh, est-ce que t'as remarqué ça?
S	Oui
I	Tu l'as remarqué, tu y a pensé « ah! Là j'hésite »?
S	Ouais
I	Ou euh... peut-être que t'es d'accord avec ce que je dis mais pendant la rencontre, est-ce que c'est arrivé un moment où tu t'es dit « hey là je suis en train d'hésiter »?
S	Non, j' pense que j'étais concentré sur ma réponse mais que quand une autre idée me passe en tête, l'autre réponse c'est passé fallait vraiment que je me concentre sur celle qui passe pour voir ça serait quoi la bonne réponse.
I	Puis comment elle arrive cette réponse là, pour remplacer l'autre? Comment ça se passe chez vous?
S	Ben c'est surtout en... Chuis surtout visuel
I	Ok
S	En voyant des choses ça me fait penser à d'autres choses que j'ai déjà entendu que p'tête que ça pourrait être ça. J'me concentre sur ça puis un moment donné « hey! Ah non hey! » puis là je r'part sur une autre idée. ça fait que... Ouais c'est vrai que des fois, j'hésite.
I	Puis est-ce que t'es en train de dire que tes hésitations, c'est parce que t'es en train de changer de façon de voir la chose?
S	Oui
I	Pour toi c'est ça? Quand tu hésites c'est pas nécessairement mauvais signe.
S	Non, c'est bon signe
I	Ah! C'est bon signe! Ok. En fait je dis que t'as hésité mais je peux me tromper!

Sujet 3

Durée : 45 :51 I = Intervieweur; S : Sujet; (Inaudible): les propos sont incompréhensibles; (commentaires) : les commentaires sont entre parenthèses

<i>Transcription du dialogue</i>	
I	Ok j'te présente le béccher A et le béccher B. Je les appelle comme ça. Les deux étaient vides et là je viens d'aller les remplir. Et là j'ai quelques questions à te poser. D'abord, est-ce que tu penses que les deux substances sont les mêmes?
S	Euh! Non pas vraiment.
I	Pour toi c'est pas la même chose
S	Non
I	Est-ce ce que tu sais de quoi il s'agit?
S	Ben le A je trouve ça ressemble plus à de la glace, de glace de d'habitude un peu... Euh... Le B ça, ça je le sais pas vraiment c'est quoi, c'est p'tête de la glace on, comment je pourrais dire ça, plus froide que ce qu'elle est supposée être un peu. Euh c'est à peu près ça. La B, je trouve, est plus froide que d'habitude parce que quand tu venais de la sortir elle faisait déjà de la buée à cause du... à cause qu'ici il fait comme chaud pis que là-dedans c'est comme vraiment froid ça fait que ça fait de la buée. Puis le A lui en a pas fait du tout comme de la glace normale.
I	Ok, mais toi tu vois tu ça que c'est comme si c'était plus froid seulement ou si... C'est tu c'est tu la même sorte de glace?
S	Ben, je trouve c'est pas vraiment la même sorte de glace parce que celle-là (B) a l'air beaucoup plus froid que le A, ben le B est beaucoup plus froid que le A.
I	Puis, si on faisait juste la réchauffer, est-ce que ça deviendrait la même chose?
S	Euh, sûrement que oui. Mais ça je peux pas savoir on a pas vraiment essayé de le faire! Mais c'est ça je vais essayer de travailler là-dessus. Mais je pense que certainement on serait peut-être capable de la mettre pareil comme le A si on la réchauffait un peu
I	Donc pour toi la seule différence entre les deux c'est qu'il y en a un qui est plus froid que l'autre
S	Oui
I	C'est ça? Ok. Puis... Ça te vient d'où, cette certitude là? T'as l'air pas mal certain. Ça te vient d'où? Tu sais, comment tu le sens en dedans quand tu es certain de quelque chose?
S	Ben j'ai pensé à ça quand je vois la glace sortir du réfrigérateur quand mon père la prend pour faire des p'tits drinks
I	Oui
S	Ben je le vois souvent sortir ça puis c'est comme , c'est comme un peu des deux glaces, la substance A et la substance B
I	C'est à mi-chemin
S	Ouais genre un peu entre les deux. Euh puis quand on regarde un peu des places où c'est vraiment froid pis qu'on l'amène à quelque part de chaud ça devient comme vraiment blanc blanc blanc puis on voit vraiment rien au fond ni au milieu puis on trouve que c'est beaucoup plus froid que de la glace normale.
I	Qu'est-ce que tu veux dire « on voit rien au fond? »
S	Ben c'est que lui (A) on est capable voir... Ben j'trouve que c'est un peu transparent
I	La glace (A) est transparente?
S	Elle est, ouais, elle (A) est assez transparente tandis que elle (B) on voit vraiment rien puis déjà là on voit déjà le pot qui commence à être plus gelé à cause de la glace tandis que elle (A) c'est quand même de la glace puis le pot il reste normal, tandis que ce pot là (B) on le voit y'a déjà plein de buée puis juste ma main ici (près du béccher) on sent déjà que c'est froid puis lui (A) je sens rien un peu. C'est à cause que je sens toute l'air de ce pot là puis c'est pour ça que ça m'a senti un peu de même.
I	Donc t'es pas vraiment surpris que ça autour, parce que tu sais que... tu penses que c'est plus froid c'est ça?
S	Ouais
I	Ok. Et si je te demandais, comment ça se fait que (je penche le béccher A de côté), on le voit un p'tit peu, dans le bas du béccher ça fond, on voit des gouttes. Comment ça que ça fond puis lui (le B) ...
S	Il est froid un tout petit peu...
I	Regarde bien, on va faire un p'tit test. Ok on fait un p'tit test, j'prend un p'tit morceau de chacun et je le

	met sur la table. Alors toi tu as dit que la substance B était la même que la substance A mais ...
S	...mais beaucoup plus froide
I	Donc là on a sorti un petit échantillon de chaque. On attend de voir ce qui se passe quand on les laisse sur la table
S	Déjà là elle (A) on la voit déjà qu'elle commence à fondre au-dessus parce que on voit un peu au travers (inaudible), tandis que elle si on la tasse c'est encore de la glace puis de la neige. C'est tellement froid que ça va prendre beaucoup plus de temps que de la glace normale à fondre
I	Ok
S	Parce que regarde, déjà ici (sous le béccher B) tu vois les... À cause t'as tassé le verre y'a de la buée en dessous déjà.
I	Et la buée en dessous du verre, t'expliques ça comment?
S	Ben la buée en dessous du verre (B), ça, la table ben on peut dire le comptoir il est comme plus chaud à comparé à ce qui est dedans puis à ce que le verre (B) il est, fait que ça fait en sorte que vu que la table est chaude puis ben le comptoir il est un peu froid mais à cause que ça (le béccher B) c'est beaucoup plus froid ça fait en sorte que ça laisse de la buée tandis que si on prend lui (béccher A) regarde y'en a comme pas puis si on ôte lui (béccher B), y'en a déjà un peu en dessous regarde on le voit un peu.
I	Et puis ça tu dis ça parce que c'est très froid...
S	Oui
I	Ok. Alors on regarde encore nos deux petits morceaux qu'on a sortis. Y'en a un qui a fondu beaucoup (A), hein! On voit l'eau. Puis l'autre à côté...
S	Il est pas encore fondu
I	Ok tu peux le mettre... Remet-le sur la table. Mais, il fait pas vraiment de l'eau comme l'autre hein!
S	Ouais
I	Pour toi, les les... c'est parce qu'il n'a pas fondu c'est ça?
S	Ouais il a pas encore fondu c'est à cause que il est beaucoup trop froid puis, regardez là-dedans (dans le béccher B) on les voit pas encore mais lui (contenu du béccher A) on commence déjà à voir qu'il devient transparent y'est comme lui un peu... Parce que si on est capable de voir au fond tandis que lui (béccher B) si on prend un gros morceau de glace puis qu'on le sort tout de suite on voit qu'on est pas encore capable de voir au travers
I	Ok alors pour toi ça saute aux yeux c'est vraiment parce que c'est trop froid
S	Oui
I	Si je te demandais à quelle température ça se trouve ça à peu près?
S	Ish!! Ça (glace A) en tout cas c'est obligé que ça soit en-dessous de moins zéro à cause de la glace puis ben de la glace c'est en dessous de moins zéro. Lui (glace B), j'peux pas te dire vraiment mais c'est sûr que ça va être en-dessous un peu plus en dessous de moins 50 à cause que à être froid comme ça puis à pas être encore en train de fondre c'est sûr que ça va être au moins un peu plus loin que moins 50.
I	Et pour la substance A t'as dit que c'était en bas de zéro
S	Ouais en haut de moins, pour que ça devienne de la glace
I	Est-ce que là-dedans, y'a quelque chose qui te surprend ou tout ça c'est quelque chose que t'as déjà vu?
S	Quelque chose qui me surprend, ben le A ça ça me surprend pas du tout à cause que ça on en retrouve partout l'hiver. Mais celui-là (le B) je trouve ça assez intéressant à cause que d'habitude tu vois jamais de la glace que quand tu rentres ça à l'intérieur ça fait de la buée comme ça, comment je pourrais dire ça, tout d'un coup, (le sujet souffle sur le morceau de glace sèche restant sur la table) regarde déjà là j'ai soufflé dessus puis ça a comme parti au vent. C'est ça, comme d'habitude tu vois pas un verre gelé comme ça vite vite vite comme ça puis d'habitude ça prend beaucoup de temps puis ça doit vraiment être froid froid froid pour que ça devienne gelé comme ça puis un verre qui était normal devienne tout froid puis après quelques minutes là!
I	Donc tu penses vraiment que c'est vraiment froid que c'est rare qu'on voit ça...
S	Ouais
I	C'est ça que tu dis
S	Ouais
I	Ok je vais te montrer dans quelles conditions j'ai conservé ces choses là parce que moi, je veux dire, j'ai trouvé ça à matin, donc je vais te montrer les... (nous allons voir la glacière dans laquelle se trouve la glace sèche). Donc je vais le dire au micro. Ce que je viens de dire ici c'est que les deux, A et B, étaient dans le même contenant depuis ce matin. Alors est-ce que ça change quelque chose pour toi ou non?

S	Euh là oui je viens de me rendre compte là si on peut dire ça (A) c'est sûr que c'est de la glace normale mais elle (B) j'y pense plus que c'est de la glace artificielle parce que regarde elle est plus petite que tantôt puis regarde elle... Ishh (le sujet a une réaction de surprise en observant quelque chose à propos de la substance B)... Ok euh... Là puis tantôt, elle est plus petite que tantôt puis elle a jamais fondu ça fait que là je suis en train de penser ça c'est de la glace artificielle puis ça c'est de la vraie glace. À cause que quand on parle de la glace artificielle, parce que chez moi mon père il en prend de la glace artificielle, c'est dans des p'tits sacs bleus, puis quand il en pète un la glace ça ressemble un peu à celle-là...
I	Il a de la glace artificielle ton père?
S	Ouais
I	Dans un p'tit sac bleu?
S	Oui dans des p'tits sachets bleus puis c'est comme déjà de la glace puis on met ça dans le réfrigérateur puis ça devient froid
I	Et puis est-ce que ça se comporte comme ça?
S	Ben... Des fois quand il les sort oui. Ça dépend des fois.
I	Bien tantôt tu disais « les deux c'est de la glace mais la glace dans le béccher B est plus froide
S	Ouais
I	Là tu dis que ...
S	C'est de la neige artificielle parce que
I	Qu'est-ce qui t'as fait changer d'idée?
S	Ben à cause qu'ils sont dans le même pot, ben dans le même bac puis d'habitude quand c'est dans un cooler ça reste tout le temps à la même chaleur puis ...
I	Qu'est-ce qui reste à la même chaleur?
S	Ben le... toute le contenant qui est dedans ça fait que si on met de la glace la glace va rester dedans mais si il était dans quelque chose de chaud c'est sûr ça va devenir de l'eau quelques minutes après mais si on le met on pourrait dire de l'articiel regarde c'est c'est rendu ça quand...
I	Ok. Comme là il n'y en a plus là (de morceau de glace sèche sur la table)
S	Là y'en a plus mais regarde y'a jamais eu d'eau en ce moment puis c'est pour ça que je dis que c'est de la glace artificielle
I	Et pour toi, de la glace artificielle, c'est fait de quoi?
S	Euh. En tout cas c'est sûr ça va être fait de produits chimiques. Ça c'est un peu sûr. Euh aussi, euh, comment je pourrais dire ça, c'est sûr c'est fait avec des produits chimiques parce que à pas faire d'eau du tout du tout mais à fondre sans que ça fasse de l'eau c'est parce que y'a vraiment des produits chimiques assez forts dedans. Euh! C'est ça là, d'habitude tu mettrais pas de la glace artificielle dans un verre d'eau.
I	Ok. Tu dis on mettrais pas de glace artificielle dans un verre d'eau parce qu'il y a des produits chimiques?
S	Ouain
I	Ok. Puis ça semble une réponse qui vient spontanément tu dis euh, que il y a des produits chimiques dans la glace artificielle. Donc t'as l'air pas mal convaincu que c'est comme ça
S	Ouais ben j'ai remarqué ça tu sais quand tu m'as dit que c'était dans le même bac puis que c'était là depuis à matin puis ils ont comme pas changé les deux c'est ça qui m'a donné l'idée de ça là!
I	Mais ma question c'est, comme tu sais que cette glace artificielle-là, toi t'appelles ça de la glace artificielle, comment tu sais que c'est fait de plusieurs produits chimiques qui sont forts, t'as dit « des produits chimiques qui sont forts »?
S	Ben, je le sais comme ça à cause que le, c'est en voyant que ça a fondu mais que, qui aille comme pas d'eau. Ça tu vois que c'est c'est de la vraie glace à cause que r'garde il est rendu plus petit (le morceau de glace A sur le comptoir) mais c'est comme toujours de la glace qui a fondu puis c'est rendu de l'eau
I	Ok
S	Tantôt moi je disais que c'était la même sorte de glace mais que elle (B) était plus froide mais en voyant que ça fondait mais qu'il n'y avait pas d'eau mais que tu m'as dit que c'était dans le même bac c'est ça qui m'a donné l'idée que c'était de l'articiel. Mais en me donnant aussi que c'était de l'articiel c'est que j'ai vu aussi que y avait vraiment pas d'eau puis que ça faisait pas d'eau du tout mais il était capable de fondre
I	Ok donc tu t'es dit « c'est pas de l'eau donc ça doit être des produits chimiques »?
S	Ouais
I	Mais euh, des produits chimiques, ça pourrait être quoi?
S	Euh! Ça je pourrais.. je le sais pas vraiment.. ça la... y doit y avoir par exemple des genre de substances

	vraiment chimiques pis toute ça la à cause que quand j'ai vu qu'il y avait pas d'eau j'ai trouvé ça assez surprenant d'habitude de la glace ça devient de l'eau puis j'ai comme pas su ce que c'était mais... C'est déjà encore froid tandis que l'autre côté c'est chaud puis y'a comme pas d'eau du tout.
I	Est-ce que ça se pourrait que tu sois dit que « ben parce que c'est bizarre, ça se comporte bizarrement, ben ça doit être parce qu'il y a des produits chimiques bizarres »
S	Ouain c'est ça
I	Est-ce que ça se pourrait ça?
S	Ouais
I	Je veux pas te mettre les mots dans la bouche mais est-ce que c'est ce que tu penses?
S	Moi c'est ce que je pense là en ce moment
I	Pour les température tu m'avais dit que ça c'était probablement au-dessus de.. ben dans le bout de moins 50°C, même peut-être plus froid mais est-ce que tu penses encore ça?
S	Ben là non parce que je viens de savoir qu'ils doivent être de la même température à cause que même si ça c'est pareil pis ils étaient dans le même seau c'est sûr que ça va être de la même euh... de la même euh... ben de la même chaleur.
I	Ok. Donc t'es sûr que ça va être de la même chaleur?
S	Ben un peu ça dépend un peu parce là plus je trouve...
I	Touche-y pas!
S	Ok!
I	SVP
S	Lui (bécher B) je trouve qui est un peu plus froid que lui à cause c'est sûr c'est quand même de l'artificiel pis tu te rends compte que c'est comme beaucoup plus froid que la normale
I	Tu t'en rends compte comment?
S	Euh à cause du pot
I	Tu le vois par le pot, le bécher?
S	À cause quand tu l'as vu, quand je l'ai vu arriver tantôt au début y avait rien dessus c'était juste un pot de plastique pis, comme le A, mais là tout d'un coup regarde on voit déjà y'a de la neige puis de la glace qui se forme déjà y'a de la couche de glace qui se forme dessus. Puis tandis que lui, tu vois, c'est juste de l'eau un peu.
I	Ok donc tu dis il doit être plus froid
S	Oui
I	Même s'il est dans le même contenant là bas
S	Oui
I	Il est plus froid
S	Oui
I	Ok. Veux-tu qu'on prenne les températures?
S	Oui
I	Ok (nous procédons à l'observation des températures : A=0°C; B=-69,5°C). Ok Est-ce que ça te surprend ces températures là
S	Ouais vraiment à cause j'pensais peut-être dans les environs de moins 50 ça aurait été le maximum. Mais là je viens de savoir c'est rendu dans les 69 -70. C'est quand même assez bas.
I	Puis qu'est-ce que ça te fais?
S	Ben j'trouve que j'avais raison là! On voit aussi même si ils sont dans le même bac ça veut jamais dire qu'ils sont toujours à la même température parce que déjà là regarde tu vois encore le pot (bécher B) puis il est toujours à moins 69 puis l'autre (bécher A) il était entre zéro puis regarde le bâton (le sujet pointe la sonde du thermomètre à thermocouple plongée dans le bécher B) tantôt il était chaud puis il est déjà rendu en glace.
I	Ok
S	Déjà là on voit on voit la substance qu'elle est vraiment froide froide. Pis ça m'a fait un peu un choc quand j'ai vu ça a descendu dans les moins 69
I	Aussi froid?
S	Oui
I	Puis tantôt tu disais que dans une glacière ça devrait pas mal être toute la même température là
S	Ben là je viens de me rendre compte qu'en fin de compte non parce que on vient de voir ben lui lui (bécher A) il est toujours entre zéro et moins zéro, tandis que lui est toujours dans le 69 quelque chose de

	même
I	Dans le négatif?
S	Ouain
I	Alors là, je vais essayer de récapituler ce que tu penses de cette situation-là. Tu me diras si t'es d'accord. Euh d'après ce que tu m'as dit, les deux substances ne sont pas les mêmes, contrairement à ce que tu pensais au début, sachant que ça venait de la même glacière tu t'es dit : « bon ben ils sont à peu près à la même température » mais lui (bêcher B) il est plus froid puis ça doit être parce que c'est un... il doit il doit y avoir des trucs chimiques là-dedans parce que ça donne de la neige... Comment t'as dit ça?
S	De la...
I	...de la glace artificielle. « Ça doit être de la glace artificielle parce que quand ça fond ça fait pas d'eau. ». Puis, t'as dit aussi que la température était basse, comme on l'a vu avec le thermomètre, puis que ça te surprenais mais que c'était probablement dû à des composés chimiques. C'est ça?
S	Oui
I	Ok. Tu penses que c'est comme ça que ça fonctionne.
S	Oui
I	Ok. C'est bon, on va passer à un autre, une autre observation. (Je vais préparer les bécchers) Est-ce que tu connais ça?
S	Euh... Ben non pas vraiment là
I	Ok alors est-ce que tu penses que les substances A (eau bouillante dans le bêcher A) et B (azote liquide dans le bêcher B) sont les mêmes?
S	Euh! Non! Non vraiment pas. Parce qu'on voit déjà là ici.. là .. Ben ça (B) c'est la substance B de tantôt mais chauffée.
I	Euh.. Qu'est-ce que t'en arrive à ça? Comment t'en arrive à ça?
S	Ben à cause que les deux c'est quand même de l'eau pis ça je remarque ben... Ben les deux c'est le A là. Chuis en train de me demander, c'est tu la même glace?
I	Non ben là c'est deux bécchers différents dans lui, le bêcher A, il est sur la plaque chauffante. Puis ici, dans le bêcher B, il est pas sur la plaque chauffante. Mais toi, tu viens de faire un lien avec les substances de tantôt?
S	Oui un peu lui (B) c'est sûrement parce qu'il est vraiment chaud ben comme lui (A) aussi il doit ...euh... ça (B) ça doit être vraiment mélangé avec pleins de produits chimiques comme je disais tantôt à cause que lui (B) si on le met pas dans, si on le met pas sur quelque chose de chaud déjà là tu le voyais il, il y avait déjà des, comme s'il venait de sortir du four puis ça faisait quatre heures qu'il était dedans ben comme ça (A) un peu. Pis.. Tandis que regarde il est encore entrain de (inaudible)
I	Il est encore en train de...?
S	Ben, comment je pourrais dire ça? Ben tu vois il, il a encore, ben c'est c'est, c'est quand même encore froid, tu sens que c'est froid puis euh, je sais pas bien expliquer ça mais je vais essayer de faire mon mieux. Ça doit vraiment être chimique à cause tu vois déjà lui (A) lui il est en train de brûler puis déjà là tu vois y'a rien qui sort tandis que lui (B) y'a de la buée encore pis c'est comme, tu viens de le sortir d'où? Ok ouain
I	Tu me demandes il vient de sortir d'où?
S	Ouin
I	Ben, moi je te l'ai apporté comme ça là. Dans le fond, essaye de juger d'après ce que tu vois maintenant
S	Euh! À ce que je vois déjà lui (A) il fait des bulles sur une plaque qui est vraiment chaude tandis que lui tantôt il faisait des bulles que il venait de sortir de rien comme
I	Ok. Il sortait juste d'un contenant en fait
S	Ok. Mais c'est ça ça fait que lui (A) on le voit, c'est comme de l'eau normale on peut dire, à cause que quand on fait chauffer de l'eau d'habitude ça fait tout le temps des bulles, mais lui (B) il vient de sortir d'un contenant puis déjà là il faisait des bulles comme si il venait de sortir de quelque chose de vraiment vraiment chaud, tandis que tu sens la buée elle est vraiment froide
I	Ok
S	Puis tandis que d'habitude si il aurait de la buée de quelque chose de chaud ben tu sentirais que la buée serait chaude
I	Ok. Donc toi tu observes que la buée est froide
S	Puis aussi au début quand j'ai vu euh.. que lui (A) il fait des bulles à cause que il est sur quelque chose de chaud puis lui (B) tantôt il faisait des bulles sûrement à cause qu'il a beaucoup de produits chimiques, ça

	c'est comme un peu obligé, c'est sûr que y'a des produits chimiques dedans là
I	Et comment tu... Comment t'en arrive à cette conclusion-là?
S	Ben j'en arrive à conclusion, ben quand tu viens de me dire qu'il (B) venait de sortir d'un contenant, un contenant normal, tandis que lui (A), depuis tantôt que je le vois puis il est sur quelque chose de chaud puis il arrête pas de ..l'eau a bouillie puis toute ça. Tandis que lui y'a pas bouilli pis c'est juste quelque chose de chaud puis déjà là regarde il y a comme encore des bulles. C'est comme un peu comme le 7up on peut dire, c'est comme du diet, ben pas du diet, mais, ça fait encore des p'tites bulles. Puis c'est ça, en voyant ça, pis euh, c'est comme du 7up c'est comme pétillant on pourrait dire sauf que c'est ça ça pourrait être des produits chimiques qui doivent être dedans. Puis regarde tu vois encore que c'est environ ça de haut (pointe le niveau dans le bécher B) tandis que là tu viens de voir il est encore un peu plus bas que ça. Tu le vois il est encore déjà rendu plus bas puis tu vois encore la marque d'où il est (était). Puis lui (B) il est froid puis il fait des bulles tandis qu'il devrait devenir de la glace. Puis lui (A) il est chaud puis ça fait des bulles ça c'est parce que ça bouille pis ça c'est un peu normal, c'est normal comme d'habitude, mais c'est un peu la première fois que je vois quelque chose de froid devenir, qui fait des bulles comme si il était en train de bouillir quelque chose de même. Ça fait que c'est ça que je suis en train de penser c'est à cause de ça la conclusion qui me porte à croire que c'est des produits chimiques ou un produit chimique qui est dedans puis que ça c'est comme, A il est comme, c'est de l'eau normale qui est en train de bouillir.
I	Donc t'as-tu dit que, à l'intérieur là, si on prenait la température, c'est tu chaud ou froid à ton avis?
S	Moi je dirais que c'est froid parce que depuis tantôt je sens que c'est froid, déjà là check tu vois encore de la glace qui commence à se former sur le côté.
I	Ok mais pourtant quand c'est arrivé t'as dit que c'était chaud
S	Oui je pensais que c'était chaud au début à cause des bulles puis toute ça mais quand j'ai vu la buée qui sortait même au début je venais de me rendre compte que c'était pas chaud mais que c'était vraiment vraiment froid. À cause que déjà là je sens que la buée est beaucoup plus froide que la glace de tantôt, du bécher B (glace sèche) la glace là-bas, puis le A lui il est en train de chauffer puis tu vois un peu de buée qui se forme mais il n'y en a pas assez pour qu'on le voit sortir comme lui (B)
I	Toi tu penses que la buée qui est là est froide...
S	...est froide
I	Elle est faite de quoi la buée qui est là?
S	Euh! Ben-cette buée là elle est faite en sorte à cause du froid-puis du chaud ben ça fait de la buée comme nous l'hiver quand on expire dehors
I	Ok c'est à cause du contact entre le chaud puis le froid?
S	Ouain c'est ça
I	Ok. Puis. Toi tu m'as dit que c'était pas les mêmes substances, c'est encore un truc chimique parce que ça (A) ça bouille puis c'est sur une plaque chauffante puis ça (B) ça fait des bulles mais c'est pas sur une plaque chauffante
S	C'est froid
I	C'est froid. Donc parce que c'est froid puis ça fait des bulles, pour toi...
S	C'est sûr que ça va être des substances chimiques qui est dedans là
I	Sinon, t'aurais tu des exemples où quelque chose de froid fait des bulles? Tu sais, un coke froid, ça fait des bulles!
S	Ouain, ben ça c'est à cause du pétillant puis toute des choses qui sont comme ça mais toute ce qu'on parle de liqueur pétillant d'habitude ils font tout le temps des bubulles
I	Ça pourrait-tu être du Sprite très très froid?
S	Sûrement ça peut dépendre
I	De...
S	Euh! Ben ça je peux pas vraiment savoir mais ça dépend, comment je pourrais dire ça, oui ça se pourrait mais non ça ne se peut pas à cause que à être froid comme ça ça serait de la glace en ce moment
I	Le Sprite serait de la glace
S	Ouais il serait rendu de la glace
I	Ça ce que tu viens de me dire là, est-ce que tu viens d'inventer cette réponse là. Comment tu l'as sentie venir cette réponse-là à ma question « Est-ce que ça pourrait être du Sprite? »?
S	Ben en tenant compte que j'ai déjà essayé une fois là j'ai laissé un Sprite dans un congélateur à cause que je voulais en boire le plus vite possible sauf que je l'avais oublié là puis quand je l'avais pris ça faisait p'tête deux heures qu'il était dedans puis toute qui était dedans j'étais pas capable de l'ouvrir parce que

	c'était de la glace
I	Ok mais est-ce que ça faisait comme ça?
S	Euh! Ben..que.. quand il est froid puis il vient de sortir juste du frigo, ben ça ça fait du pétillant comme qu'il est là, tandis que si on regardrait gelé gelé gelé tu verrais encore les bulles mais c'est rendu juste de la glace tandis que ça (B) c'est même pas de la glace puis vois déjà toute le pot y est déjà rendu toute en glace.
I	Ok. Si on regarde, dans le fond (du béccher B), il reste quasiment plus rien hein?
S	Ouain
I	Ok puis si on prenait la température de ça (B), ça serait de combien à peu près?
S	Euh! En tout cas c'est sûr ça va être... Moi je dirais plus en dessous de moins soixante ça c'est au moins obligé.
I	Plus froid que moins soixante?
S	Oui
I	Et comment tu, comment t'en arrive à dire que c'est plus froid que moins soixante?
S	Ben c'est comme l'autre (béccher de glace sèche) le pot est devenu gelé dès qu'il est arrivé il était comme déjà gelé juste en le sortant puis c'est ça qui m'a porté à croire que c'est beaucoup plus froid.
I	Ok. Beaucoup plus froid que moins soixante
S	Ouain c'est ça
I	Puis euh! Puis si je prenais le contenu du béccher A, je l'enlevais de la plaque chauffante et que je le refroidissais, refroidissais, refroidissais, à moins soixante, de quoi il aurait l'air?
S	De la glace
I	De la glace
S	Hum (approbation)
I	Puis lui (B) il aurait pas l'air de la glace?
S	Il est pas de la glace, c'est comme... C'est sûr c'est pas la même substance parce que ça (A), regarde, ça ressemble plus à de l'eau, tandis que lui (B), si ça serait de l'eau ça serait gelé ça ferait longtemps, ça ferait pas de bulles puis ça serait encore de l'eau
I	Ok. Donc t'es sûr que c'est pas de l'eau
S	Ouain
I	Finalement l'idée que... ah ok non... tu me l'as raconté. C'est beau. On va prendre les températures! (nous observons les températures : A = 105 et B = -174,5) Qu'est-ce que tu penses de ça?
S	Ben que c'est plus que ce que je disais! Être froid de même, c'est obligé d'être de la substance chimique
I	Quand tu dis « substance chimique », pour toi ça commence où une substance chimique? Qu'est-ce qui est une substance chimique puis qu'est-ce qui n'est pas une substance chimique?
S	Pour moi quelque chose de chimique c'est euh! Ben moi je vais te dire personnellement, c'est quand on mélange ça (substance b) et d'autres avec d'autres ça fait boum! Moi des fois c'est ce que je pense quand je vois des films des choses de même.
I	Des espèces d'explosions
S	Ouain
I	Puis toi tu penses que justement c'est une explosion
S	Ben non pas vraiment mais euh celle là ça serait quelque chose avec un autre, je veux dire... C'est sûr c'est toxique là...
I	Donc nous on respire quelque chose de toxique
S	Ben, pas vraiment mais c'est sûr que si on en prend on meurt, à cause froid comme que c'est mettre mon doigt dedans c'est sûr que je perd mon doigt direct, à cause déjà à cette température à moins cent déjà je perd mon doigt. À -174 c'est quand même assez gros.
I	Tu comprends pourquoi je voulais pas que tu y touches
S	Tandis que la A... C'est sûr ben ça c'est pas de la substance chimique à cause même de l'eau quand on fait bouillir ça vient tout le temps comme ça 105 degrés ou quelque chose de même à cause je l'avais déjà fait avec mon chose de piscine il a failli fondre le chose a failli couler dedans mais on l'a ôté à temps on l'a essuyé avant qu'il coule.
I	Avec un thermomètre ça?
S	Il était comme vraiment rendu au bout pis ça (B) j'ai comme jamais vu ça un peu pas pire que je trouve ça
I	Tu trouves ça pas pire?

S	Ouain
I	Puis, disons, qu'est-ce que tu apprends de ça?
S	Ben, j'apprend de ça que ça veut pas dire qu'il y a des bulles que c'est en train de bouillir
I	Ok, donc il pourrait y avoir des bulles puis ça soit froid comme là
S	Ouain
I	Ok. Puis
S	Ben ça dépend de quelle substance c'est aussi parce que de l'eau à moins 75 c'est gelé puis carrément!
I	Donc ça dépend de la substance?
S	Ouain
I	Comme là tu te dis « ben c'est une substance qui est un produit chimique qui est fort » c'est ça?
S	Hum (approbation)
I	Puis si je te disais qu'il était dans ma glacière? Dans ma glacière, t'as pas vu, il y avait un thermos. C'était dans le thermos. Est-ce que ça...
S	Ben... Même si il est froid, ça veut pas dire que c'est de l'eau à cause que même à ça si c'était de l'eau c'est sûr que ça serait gelé. Toute serait gelé pis euh! C'est ça c'est de la substance chimique à cause en ce moment ça serait même plus de l'eau pis ça serait de la glace c'est comme pire que tout ce que je croyais.
I	Je vais essayer de résumer tout ce que t'as dit, pour toi, dès que tu les as vues arriver, les substances, t'as vu une différence, c'est pas la même substance parce que ça (A) bouille puis là ça (B) bouille aussi mais là c'est très froid et si ça avait été la même substance, ben, de l'eau, elle aurait été gelée. Donc t'as conclu que c'était un produit chimique spécial. Puis ce produit chimique là, je pense que tu le connais pas, ben c'est ça que t'as dit! Tu sais pas trop ce que c'est exactement. Ça se peut tu? Tu sais pas trop ce que c'est mais tu sais que c'est un produit chimique très froid qui fait que autour du contenant par exemple, y'a de la glace. T'as dit aussi que ça fait des bulles même si on le chauffe pas. Que c'était pas de l'eau mais que dans le fond tu sais pas vraiment ce que c'est. Puis t'es tu à l'aise avec euh, comment dire, t' observes un phénomène mais tu sais pas vraiment les produits chimiques qui font ça. Comme là ça pourrait être des produits chimiques qui sont dangereux pour la santé. T'es-tu à l'aise avec ça?
S	Ben moi j'me sens à l'aise tant que j'en bois pas... Tant que j'y touche pas non plus à -174 c'est sûr que ça me tenterait pas trop trop d'y toucher. Mais chuis quand même assez à l'aise parce que je sais ce qui peut arriver puis qui peut avoir sur effet à moi.
I	Ben je peux te rassurer, c'est pas dangereux. C'Est-vrai que c'est dangereux si on y touche, tu l'as compris froid comme ça c'est vrai que c'est dangereux, mais de respirer ce qui sort c'est pas dangereux, ça je peux te le rassurer
S	Ça je le sais! Ça je l'avais dit tantôt même si on respire ça c'est pas si grave, c'est quand même pas chimique. Bah! J'parle l'air est quand même pas toxique.
I	Ok, c'est juste le produit
S	Ouain
I	Ben si tu regardes le produit (B), qui est dans le fond, ce que t'as appelé le produit chimique, là il en a moins, ça fait qu'il y en a un peu qui est allé dans l'air. Mais l'air, est-ce qu'il est rendu chimique ou...? Comment tu vois ça?
S	Euh! Ça c'est une bonne question! Euh! Ben j'ai vu ça il y avait comme des choses dans le fond (du béccher d'azote liquide). Ça je pense que ça prend un peu de ça si ça part un peu dans l'air comme ça c'est pas si grave parce que tu dis même si on respire ça c'est pas si grave. Oui c'est chimique mais c'est c'est comme c'est même si c'est chimique c'est pas nocif pour la santé j'parle même si on respire ça c'est comme pas grave
I	Ok. T'es pas mal confiant que c'est pas grave
S	Ouain
I	Mais tu me dis ça comme ça, es-tu sûr?
S	Ben, un peu à cause que en ce moment on aurait peut-être des petits problèmes si ça serait toxique ou vraiment trop chimique puis euh! Ça peut nous tuer si on le touche ou si on en boit.
I	Mais tu le sais pas
S	Ouain, c'est ça
I	Dans le fond, encore une fois rassure toi, c'est pas dangereux. C'est dangereux si on y touche, c'est dangereux si on le boit mais c'est pas dangereux à respirer. De toute façon je t'aurais pas mis en danger!
S	Ouain!
I	Aussi je voudrais savoir j'ai noté que t'as hésité plusieurs fois dans tes réponses. Comment tu vois ça tes

	hésitations?
S	Ben j'ai hésité un peu parce que au début je pensais qu'il était brulant brulant toute ça à cause que lui (B) bouillait puis il venait de sortir de rien parce que tu m'avais dit ça au début. Puis lui (A) il est comme là c'est pour ça que j'étais un peu hésitant mais quand j'ai vu qu'il y avait comme de la brume puis tout ça, j'm'ai rendu compte que c'était froid puis que ça venait, que c'était assez chimique mais qu'on est capable de le respirer quand même.
I	Mais dans tes explications puis dans ce que tu essayais de m'expliquer, tu sais des fois tu hésites, t'as hésité beaucoup, à ton avis, est-ce que c'est un signe de quelque chose ça?
S	Ben j'apprends aussi ça fait que c'est un peu ça aussi j'hésitais un peu. Je peux dire que j'ai quand même assez appris mais si j'hésitais c'est parce que je connaissais pas trop ça.
I	Si on pouvait lire et interpréter une hésitation de toi, qu'est-ce que ça veut dire quand tu hésites?
S	Ben, moi quand j'hésite souvent c'est parce que je connais pas ça puis que chuis capable de donner une réponse que moi je serais capable de dire puis que je vais, comment je pourrais dire ça, que .. quand de l'eau ça vient geler ça devient de la glace genre. Mais chuis quand même capable de dire une réponse que je vais quand même être capable d'imaginer que je pense savoir puis j'essaye de comprendre puis aussi je le sais pas alors j'essaye.
I	Alors t'es en train d'imaginer une réponse, quand tu hésites
S	Ben des fois oui des fois non mais des fois quand j'hésite c'est que je me rappelle plus trop aussi.
I	Puis un moment donné ton hésitation prend fin quand l'idée arrive, c'est ça?
S	Ça prend fin quand quelque chose dans ma tête s'allume puis je fais Oh! Ça peut être ci ou ça peut être ça...
I	Est-ce que tu te souviens d'un moment aujourd'hui où c'est arrivé où t'as allumé tu t'es dit « ah! Ça pourrait être ça »?
S	Ben ça été, ben tantôt avec la glace quand j'ai pensé que c'était du chimique à cause que au début j'pensais que c'était la même glace mais que elle était plus froide puis l'autre était si tandis que quand j'ai vu que ça fondait j'étais comme pas sûr de ce que c'était, puis là quelque chose s'est allumé en moi puis j'ai comme dit « c'est sûr c'est quelque chose de chimique si ça coule pas.
I	Puis cet allumage là, ça s'est passé en combien de temps?
S	Euh! C'est le temps que je pense. Ça peut prendre une seconde comme ça peut prendre cinq heures!
I	Ok! Un moment donné ça vient, ça prend son temps mais ça vient.
S	Ça vient c'est ça
I	(Debriefing hésitations)

Sujet 4

Durée : 45 :51 I = Intervieweur; S : Sujet; (Inaudible): les propos sont incompréhensibles; (commentaires) : les commentaires sont entre parenthèses

Transcription du dialogue	
I	Il faut que tu saches, premièrement, que il y a deux béciers y'en a un qui est appelé A et l'autre appelé B. Et je veux que tu saches que je les ai préparés il y a a peu près 10 minutes, 15 minutes. Ok je suis arrivé un peu plus tôt, alors je les ai remplis, il étaient propres et sec les deux béciers avant tantôt. Je les ai remplis il y a a peu près ça 15 minutes. Alors première chose que je voudrais savoir, par rapport à ce que tu observes, je voudrais que tu me dises est-ce que tu penses que les deux substances sont les mêmes?
S	Oui. Je dirais que oui parce que les deux ont l'air de la glace.
I	Essaye de parler fort. Tu dis « Oui parce que les deux ont l'air de la glace »
S	Oui ben ben ça l'air d'être la même substance que la glace (inaudible)
I	Donc les deux sont la même substance?
S	Oui
I	C'est de la glace!
S	Oui (inaudible)
I	Et comment t'en arrives à ça?
S	Ben elle a été mis au froid, comme dans un congélateur, puis c'était de l'eau en premier
I	Alors c'était de l'eau qui a été mis au congélateur...
S	Oui
I	Est-ce que tu m'as vu le faire?
S	Non, mais ça avait l'air de ça
I	Ça avait l'air
S	Surtout celui-là (pointe le B) parce qu'il a comme...
I	Quand tu dis celui-là, tu veux-tu dire le bécier B? Faut pas que tu touches hein! Tu veux tu dire le bécier B? Le bécier B....
S	Le bécier B
I	Tu dis « surtout celui-là... »
S	Oui parce qu'il a comme de la glace tout partout autour
I	Il a de la glace partout autour, donc surtout celui-là quoi?
S	Ben qui a l'air d'avoir été mis au congélateur
I	Ok pour toi, le B, c'est plus apparent qu'il a été mis au congélateur?
S	Oui. Ben celui-là (le A) ça a été plus comme de la glace qui a été mis dedans à la place (dans le B) d'avoir juste de l'eau puis d'être été mis dans le congélateur
I	Donc toi tu penses que j'ai mis le bécier (B) au complet dans le congélateur?
S	Oui
I	Comme je t'ai dit tantôt, quand je les ai préparés, j'avais deux béciers identiques secs et je les ai remplis il y a environ 15 minutes. Ok. J'ai pas mis le bécier lui-même au congélateur. Tu me suis?
S	Ok
I	Alors toi tu dis dans les deux cas c'est de la glace, dans les deux cas je les ai mis au congélateur. C'est ça?
S	Ben c'est de la glace qui provient du congélateur, ben d'une place très très froide
I	Ok, dans les deux cas c'est de la glace très très froide...
S	Oui, c'est de la glace et de la glace c'est froid.
I	Ok. Même si tu n'y a pas touché, tu sais que c'est froid?
S	Oui
I	Comment tu le sais que c'est froid?
S	Ben c'est solide puis... j'ai déjà touché à de la glace ça fait que je sais à quoi ça ressemble puis je vois que c'est de la glace
I	Ok. Et toi pour toi les deux sont de la glace, les deux sont de la même chose.
S	Ben c'est de la glace oui les deux mais je dirais pas que ça pourrait être de l'eau de Javel ou des affaires de même, des substances que quand on congèle ça solidifie
I	Tantôt tu disais que les deux c'étaient de l'eau gelée. Là tu dis que ça pourrait être de l'eau de Javel par exemple qu'on a solidifié
S	Oui

I	Donc si tu dis que c'est de l'eau de Javel, c'est plus de l'eau...
S	Ben oui c'est de l'eau. De l'eau de Javel c'est de l'eau
I	Ok de l'eau spéciale
S	Oui
I	Ok de l'eau de Javel. Donc toi tu dis l'eau de Javel ça serait lequel? Si c'était de l'eau de Javel?
S	Ça serait plus celui-là (pointe le B)
I	Le bécher B?
S	Oui... Oui...Oui
I	Puis. Là t'a pensé à l'eau de Javel. Qu'est-ce qui t'a fait pensé à l'eau de Javel?
S	Ben j'essayais de trouver une autre substance qui était transparente comme de l'eau puis c'est la première affaire qui m'est venue à l'idée.
I	Et. C'est important pour toi la transparence?
S	Ben oui parce si ça aurait été comme du jus de couleur ben ça aurait pas faite comme cette couleur-là ça aurait été comme la couleur du jus
I	Ok. Donc pour toi faut que ça soit quelque chose qui était transparent
S	Oui
I	Ok. Et. Donc est-ce que tu penses toujours que les deux sont la même substance?
S	Ben ça pourrait être différent mais c'est toute les deux ça a débuté avec un liquide
I	Les deux étaient liquides
S	Au début
I	Au début? Qu'est-ce que t'entends par « au début »?
S	Ben avant qu'elles aient été congelées, avant qu'elles aient été solidifiées
I	Ok avant qu'elles soient solidifiées, les deux étaient liquides
S	Oui
I	Mais est-ce que c'étaient deux liquides identiques ou...
S	Pas nécessairement
I	Mais donc là, avant c'étaient des liquides disons que, identiques ou peu importe, mais là, en ce moment, est-ce que le contenu du bécher A et B est identique ou pas?
S	Je dirais que oui parce qu'il n'y a pas vraiment de différences, c'est juste les blocs ils ont glacé de différentes façons dans un moule ou quelque chose du genre mais...
I	Les blocs ont glacé différemment. À ton avis, comment ça s'est fait, comment ça s'est préparé tout ça?
S	Ben, ça aurait été de l'eau normale ou bien de l'eau de Javel comme je disais toute à l'heure qui a été mis dans un moule, puis que l'eau a pris la forme du moule puis a été congelée. Puis ça a été sorti
I	Puis, tu trouves pas qu'il y a beaucoup plus de petite neige sur le côté du bécher B que le bécher A?
S	Oui. Ben c'est pour ça que je pensais qu'il avait été mis au congélateur (plus longtemps?) que l'autre mais lui je sais pas, je me doute pas.
I	Qu'est-ce que tu te dis par rapport à cette neige là?
S	Je sais pas. Je peux pas vraiment l'expliquer.
I	Tu peux pas vraiment l'expliquer... Est-ce que ça t'étonne?
S	Oui
I	Ça t'étonne?
S	Oui parce que tu m'as dit que tu l'avais pas mis au congélateur le bécher lui-même ça fait que ça m'étonne un peu qu'il soit comme ça.
I	Effectivement j'ai pas mis le bécher dans le congélateur. Ça t'étonne qu'il y a ait autant de petite neige c'est ça?
S	Oui
I	Hmm... Ben si c'est la même substance, comment ça se fait qu'il n'y a pas de petite neige autour du bécher A?
S	Ben c'est ça que je te disais que ça pouvait être différent à cause que ça pourrait être de l'eau de Javel mettons, je donnais un exemple comme ça, ça pourrait être de l'eau de Javel puis de l'eau
I	Au départ tu disais que c'était la même substance parce que tu regardais le contenu c'est ça?
S	Oui
I	Puis là t'a changé d'idée?
S	Ben oui parce que ça aurait pu être un (B) qu'on aurait mis au congélateur puis un (A) qu'on aurait mis des glaçons juste dedans mais tu me dis que t'as pas mis le bécher au congélateur. Puis ça m'étonne quelque

	chose comme ça.
I	Puis si je te demandais de m'expliquer, qu'est-ce que tu penses de ça que dans le fond du b�cher A il y a de l'eau, du moins un liquide, puis si on regarde dans le fond du b�cher B (on regarde au fond du b�cher)... Y en as-tu de l'eau?
S	(inaudible)
I	Attends un p'tit peu. Je vais enlever la neige autour. Qu'on appelle du givre.
S	Du givre.
I	On va utiliser les bons termes. Est-ce qu'on voit mieux?
S	Pas d'eau
I	Alors qu'est-ce que tu penses de ça que l'eau dans le b�cher A mais il n'y a pas d'eau dans le b�cher B, dans le fond?
S	C'est une bonne question parce que je le sais vraiment pas! Mais je sais que ça (A) �a vraiment l'air de l'eau
I	ça a vraiment l'air de l'eau
S	Oui le b�cher A il a vraiment l'air de l'eau. Mais le b�cher B... Je sais pas. Je le sais vraiment pas.
I	Qu'est-ce que ça pourrait être?
S	Je le sais pas. J'ai pas d'idées.
I	T'es encore certain que c'est de l'eau?
S	Non là c'est vraiment pas de l'eau! Ben ça pourrait être de l'eau mais la glace (B) � ressemble pas à celle de l'eau en tout cas. �a pourrait être de l'eau qui a été glacée plus longtemps que d'autre mais ça ressemble pas vraiment à de l'eau
I	ça pourrait être de l'eau qui a été glacée plus longtemps
S	Oui
I	Alors si on glace, si on met de l'eau dans le congélateur très très longtemps ça pourrait donner ça?
S	ça pourrait
I	Puis comment tu vois �a, comment tu l'imagines la situation ou on met de l'eau dans le congélateur longtemps?
S	Ben on la met dans un pot puis on la met au congélateur...
I	Combien de temps?
S	Je sais pas, j'ai jamais fait l'expérience...
I	Mais pour que �a fasse �a (B), il faudrait qu'on la laisse combien de temps au congélateur, pour que �a fasse comme dans le B?
S	Je sais pas. En tout cas plus... Pendant des heures
I	Des heures...
S	Je le sais pas combien de temps précis
I	Comment tu te sens face à un phénomène comme ça que tu observes?
S	Ben je me sens insit� à le comprendre puis en même temps de pas le comprendre, ça m'irrite un peu. J'ai de la misère à savoir comment ça se fait puis j'aime pas vraiment �a...
I	Qu'est-ce qui pourrait te permettre de le comprendre le phénomène? En fait là on parle du phénomène qu'il y a de l'eau dans le fond du A puis pas dans le fond du B... Qu'est-ce qui pourrait te permettre de comprendre?
S	Ben que celle-là (A) elle fond plus vite que celle-là (B)
I	Celle-là (A) elle fond plus vite
S	Oui
I	Donc euh, le contenu du b�cher B, si on attend suffisamment longtemps, tu penses qu'il va fondre?
S	(rire) Ben je le sais pas! Sûrement.
I	Sûrement qu'il va fondre
S	Hmm (approbation)
I	Comment t'en arrive à �a? Comment t'en arrive à l'idée...
S	... parce que toute substance solide peut aller à une substance liquide. (pause mouchoir)
I	Ok tu disais que toute substance solide peut devenir liquide
S	Oui
I	Puis ça te vient d'où?
S	D'un cours de sciences
I	D'un cours de sciences!

S	Oui, au primaire mais c'est par là que ça m'a été enseigné mais j'y crois vraiment
I	Tu y crois vraiment
S	Oui
I	Que tout solide peut devenir liquide c'est ça?
S	Hmm (approbation)
I	Ok donc toi tu dis « les solides vont tous devenir liquides »
S	Ben ça dépend faut les faire fondre ou bien... Ben les faire fondre, c'est le bon mot à dire.
I	Alors mon crayon peut devenir liquide
S	Ben il pourrait, à une substance euh... Ben il faudrait qui... Ben il y en a qui, comme de la glace, ça a pas besoin d'être super chaud pour que ça fonde. Mais une substance solide qui est pas de l'eau ben de la glace va falloir que ça fasse fondre avec une substance très chaude.
I	Alors il va falloir chauffer mon crayon, par exemple
S	Oui
I	Puis. C'est la même chose ici dans les béchers A et B, ça va fondre avec le temps?
S	Ben ça pourrait fondre avec le temps ou avec une substance... C'est... Avec... Voyons! De la chaleur!
I	Tiens je vais en prendre un petit morceau. (Je sort un morceau de glace et de de glace sèche de leur bécher respectif). Un petit morceau de chaque, que je met sur la table. Et on va observer ce qui va se passer. Alors si on attend un peu, est-ce que tu penses que les morceaux vont fondre?
S	Ben ça dépend, celui-là (B) va falloir attendre beaucoup plus longtemps. Déjà il y a de la buée qui sort ça veut dire qu'elle est vraiment froide.
I	Pour toi c'est un indice que c'est très froid! Qu'il y ait comme de la buée qui sort.
S	Oui. Que c'est pas rien que quand c'est chaud qu'il y a de la buée. Qu'il y a aussi de la buée froide
I	De la buée froide. Ok. Puis ça ça te dit quoi cette buée là? Ça dit que c'est froid puis... euh... C'est froid comment à ton avis?
S	Ben très très froid je peux pas dire j'ai jamais pris le temps de l'observer (inaudible)
I	Puis si tu pouvais donner un ordre de grandeur, ça serait quoi?
S	Un ordre de grandeur?
I	Ben disons, si tu pouvais me dire en degrés Celsius, c'est à quelle température ça le contenu du bécher B?
S	Euh...
I	Lance un nombre! Quelque chose qui aurait de l'allure, à ton avis! Qui ne te surprendrait pas! Une température qui ne te surprendrait pas...
S	Moins 40
I	Moins 40
S	Oui
I	Moins 40 ça te surprendrait pas
S	Ouain (inaudible)
I	Puis le contenu du bécher A? Ça serait à quelle température à ton avis?
S	Zéro
I	Zéro degrés Celsius
S	Zéro degrés Celsius
I	Ça ça ne te surprendrait pas
S	Non
I	Comment t'en arrive à ça?
S	Ben je sais que de l'eau ça congèle à zéro degrés Celsius (inaudible)
I	Et pour toi de la glace c'est à zéro degrés Celsius
S	Oui
I	Ça (B) aussi c'est de la glace, c'est ça?
S	Ben de la glace plus froide oui mais de la glace comme ça (A) c'est à zéro degrés Celsius
I	Donc de la glace ça peut être à différentes températures, c'est ça que tu me dis?
S	Ben ça pourrait oui
I	Ça peut être plus froid... moins froid... Ça peut -tu être à 2 degrés Celsius de la glace?
S	Euh non parce qu'elle serait liquide
I	Comment tu sais que cette glace là (A) est plus chaude, d'après ce que tu m'as dit, que la glace B?
S	Ben je le sais pas vraiment (pause mouchoir)

I	Là je te demandais... La glace A est plus chaude que la glace B, c'est ça?
S	Un peu oui
I	Comment tu le sais? Parce que là on l'a pas pris la température
S	Non, ben parce que elle (A) a l'air moins froide
I	Elle a l'air moins froide
S	Ben elle a l'air d'être à zéro degré pour avoir pris en glace parce que celle-là (B) elle a l'air plus froide on voit pas au travers.
I	Vu qu'on voit pas au travers... Vu qu'on voit pas au travers, c'est important pour toi
S	Ben oui parce que ça serait peut-être un signe qu'elle serait peut-être plus glacée, plus froide
I	Et ça te vient d'où cette idée là que quand une substance, on voit pas à travers, elle peut être plus froide?
S	Ben ça vient pas de quelque part, comme ça ici (A) c'est pas super froid, en tout cas c'est plus parce que quand c'est de l'eau qu'on glace longtemps si on voit pas à travers d'après moi c'est parce qu'elle est vraiment plus froide que l'autre qu'on voit au travers comme ici dans le béccher A
I	Et est-ce que ça, c'est quelque chose que tu savais déjà?
S	Que la glace était comme ça ou....
I	Non mais que quand la glace est plus ... quand elle est plus, mettons, blanche, quand elle est pas transparente, qu'elle est plus froide. Est-ce que c'est quelque chose que tu savais déjà?
S	Non
I	Avant aujourd'hui
S	Ben j'ai hypothésé comme ça pour essayer de comprendre mieux mais y'a aussi que je sais que, de la glace plus froide on peut se brûler avec de la glace
I	Attends... De la glace plus froide, on peut se brûler avec ça
S	Oui
I	Avec de la glace plus froide. Tu t'es déjà brûlé avec de la glace plus froide que ça?
S	Ben jamais non mais on avait été à mon primaire y'a une personne qui avait apporté un bloc de glace puis que il portait des gants pour la tenir sinon il se brûlait avec, parce qu'elle était vraiment trop froide, puis elle dégageait comme une buée comme ça
I	Ok ben elle faisait à peu près la même chose?
S	Oui
I	Peñses-tu qu'e c'est la mēme substance?
S	Oui
I	C'était de la glace aussi froide?
S	Ben oui, d'après moi oui.
I	Puis la personne avait dit : « tu peux te brûler avec ça ». Est-ce que ça t'étonne?
S	Oui ça m'a étonné au début parce que tu sais c'est de la glace messemble on peut pas se brûler ou on peut faire « ouh c'est froid! » mais pas « ouch c'est chaud! »
I	Puis comment tu vois ça? Comment t'arrives à accepter ça qu'on peut se brûler avec de la glace très froide?
S	(pause mouchoir)
I	Je reviens à ma question par rapport à se brûler. Tu dis qu'on peut se brûler avec ce que le professeur, ben la personne, avait apporté en classe.
S	(inaudible)
I	Donc la personne disait on peut se brûler avec ça
S	Oui
I	Puis comment t'arrive à vivre avec ça qu'on peut se brûler avec quelque chose de froid?
S	Ben on dit « brûler » ça va pas cal... ça va pas devenir noir ça va être plus... ça va faire vraiment mal, ça va enlever de la peau comme une brûlure au 2 ^e degré mais sans donner le noir parce que (inaudible)
I	Ça sera pas le même genre de brûlure c'est ça?
S	Ouain c'est ça
I	Revenons à ce qu'on observe ici. Il y a du liquide qui s'échappe ici (sous le glaçon A), il y a du liquide en dessous du bloc, puis ici (sous le glaçon B), ça fait aussi longtemps que je l'ai sorti, puis il n'y a pas de liquide. Comment t'expliques ça toi? Comment tu vois ça?
S	Ben elle (B) est beaucoup plus froide puis elle prend plus de temps à fondre mais c'est p'tête pas dans... c'est ... c'est p'tête comme un crayon va falloir la faire chauffer pour qu'elle fonde.
I	Donc tu dis peut-être que c'est une question que faudrait la chauffer plus...
S	Oui. Ben si on la mettrait à côté chuis curieux de savoir ce que ça donnerait

I	À côté de?
S	Si cette glace-là (B) on la mettrait dans l'eau (dans un bécber d'eau qui se trouve sur une plaque chauffante)
I	Dans l'eau?
S	Oui dans l'eau. Dans cette eau-là
I	Ok ouais ça pourrait donner un drôle de résultat mais pour l'instant de toute façon, regarde cc qu'on va faire, on va prendre la température de ça bientôt.
S	Ok
I	Mais je voudrais savoir avant, euh... je voudrais revenir à ce que t'as dit tantôt. T'as fait l'hypothèse que parce que c'était blanc, non-transparent, peut-être que c'est plus froid. Ça tu m'as dit c'est pas quelque chose que tu savais avant.
S	Non parce que j'ai vraiment hypothésé pour essayer de comprendre mais aussi, j'ai repensé à ça quand le monsieur était venu dans notre gymnase (au primaire) il nous expliquait, il avait de la glace, là il nous expliquait que la glace, d'où elle provenait elle provenait du Groënland ou quelque chose comme ça puis il disait qu'elle était vraiment froide, qu'on pourrait se brûler avec si on y touchait puis là lui il portait des gants pour la prendre parce qu'il pouvait se brûler aussi.
I	Ok. Essaye de parler un peu plus fort SVP parce que je risque d'avoir de la difficulté à entendre quand je vais réécouter. Ou tu peux te rapprocher un petit peu du micro aussi. Ou rapprocher le micro! Euh! Toi tu dis que c'était une glace qui était vraiment froide, qui venait du Groenland.
S	Oui ça serait...
I	Ça serait le genre de glace qui serait comme ça.
S	Ouain
I	Tu penses que si tu vas au Groenland, tu prends un échantillon de la glace, elle a l'air comme ça.
S	Ça pourrait avoir l'air de ça. Ça serait une constatation, comme qu'on dit.
I	Ça serait une constatation... Alors toi t'as dit c'est peut-être plus froid parce qu'on voit pas au travers. Mais ça, est-ce que tu viens d'inventer ça cette réponse-là?
S	Ben y'a aussi que la glace qu'il avait apporté le monsieur elle ressemblait beaucoup à ça et il disait qu'elle était vraiment plus froide. Ça fait que je me suis basé un petit peu là-dessus
I	Ah ok ok ok ok !
S	J'ai pas dit ça comme en l'air
I	T'as pas dit ça en l'air tu t'es basé sur quelque chose que t'avais déjà vu
S	Oui
I	Ok on va prendre la température de ces substances A et B (nous procédons aux observations des températures : A= 0 B= -48) Face à ces températures-là, qu'est-ce que t'en penses? Qu'est-ce que tu penses de ces températures là qu'on vient de noter?
S	Ben il y en a une beaucoup plus froide que l'autre, le bécber B c'est à moins 47°C puis le bécber A c'est à 0,3°C.
I	Donc il y a une bonne différence
S	Oui
I	Puis ça c'est ce que tu prévoyais
S	Ben je prévoyais moins 40 mais c'est à peu près ça
I	Ok donc toi tu savais qu'il existait des substances aussi froides que ça. Ok alors laisse -moi résumé ce que tu penses au sujet de ce que tu as vu ici jusqu'à date. D'après toi c'est deux glaces c'est juste qu'il y en a une qui est plus froide que l'autre.
S	Beaucoup plus froide...
I	Beaucoup plus froide. Puis tu t'es dit, quand je te demandais si c'était la même substance t'as dit, ben c'est de la glace dans les deux cas c'est juste qu'il y en a une qui est faite d'eau de Javel ou d'autres substances
S	Ou d'autres choses... qui est plus froide quand on la gèle
I	Qui est plus froide quand on la gèle. Puis t'as dit que finalement c'était normal que ça soit plus froid; t'as déjà vu quelque chose de semblable et tu t'es dit c'est normal j'ai déjà vu ça c'est comme de la glace mais c'est pas transparent c'est plus froid puis ça fait pas d'eau parce que ça prend plus de temps à dégeler.
S	Ben ça a rapetissé
I	Ça a tu de l'allure ce que je dis?
S	Oui
I	T'es d'accord avec ça?

S	Hmm (approbation)
I	On va passer à autre chose. Parce qu'il nous reste encore des choses à voir. (Je vais préparer les prochains béchers) Ok alors dis-moi ce que t'en penses de ce que tu vois
S	C'est de l'eau à ébullition. Non je pourrais pas dire que c'est à ébullition. Ça a de l'air froid. (silence)
I	Là dis-moi ce qui te passe par la tête. Là tu penses à plein de choses. Qu'est-ce que tu te dis.
S	Je dis que c'est froid. C'est comme de l'eau froide à ébullition. Mais ça se peut pas.
I	Pourquoi tu dis que ça se peut pas?
S	Ben à ébullition c'est quand c'est chaud. Ça bout quand c'est chaud. Juste quand je met ma main là je sens que c'est plus froid.
I	Juste quand quoi?
S	Quand je met ma main là (près du bécher B), à côté de la buée, je vois que c'est déjà plus froid.
I	Ok donc toi tu dis ça peut pas être de l'eau à ébullition
S	Oui mais à cause des bulles ça avait l'air de l'eau à ébullition. Mais je peux vraiment pas l'expliquer ça j'ai vraiment jamais vu ça.
I	À cause des bulles
S	Ouais des bulles... Ouain c'est ça, à cause des bulles
I	Alors pour toi la présence de bulles, c'est...
S	Ça pourrait être chaud.
I	Ça pourrait être chaud. Tu dis ça pourrait être chaud?
S	Ben dans ce cas là c'est froid, donc ça pourrait aussi être froid. Ça c'est la première fois que je vois ça.
I	Est-ce que tu penses que les deux substances, dans le bécher A et B, sont les mêmes substances?
S	Non. Non. Ça je pense vraiment pas.
I	Ok comment tu vois ça?
S	Je vois que cette eau là (A), quand ça va être à ébullition ça (A) ça va être vraiment chaud (inaudible) mais la buée qui sort de ce bécher là (B) tombe vers le bas ça veut dire que c'est froid.
I	Ok, mais ça pourrait pas être les mêmes substances?
S	Ben ça pourrait, ça pourrait mais y'en aurait une beaucoup plus froide que l'autre.
I	Approche pas! Je sais que t'aime ça faire ça (approcher avec les mains) l'essayer-mais c'est une question de sécurité. Mais de toute façon, tu sais que c'est froid, ben tu peux regarder si tu veux (je penche le bécher vers lui). Alors il y a encore des bulles là.
S	Oui
I	Alors toi tu dis que c'est pas la même substance
S	(silence 16 secondes) Ben dans le bécher A ça semble être de l'eau. Ben le bécher B, je sais pas, ça pourrait aussi être de l'eau, ben je sais pas quelle substance ça pourrait être
I	Tu dis ça pourrait être aussi de l'eau
S	Hmm (approbation)
I	Ça serait de l'eau mais elle serait spéciale... Trouve pas que c'est... Si de l'eau bouillante c'est chaud d'habitude, comme ça se fait que celle-là serait froide?
S	Je sais pas
I	Ben... Là t'as dit que ça pouvait être de l'eau
S	Hmm (approbation)
I	Tu pensais à quoi quand t'as dit « ça pourrait être de l'eau »
S	Ça pourrait être de l'eau très très froide puis l'autre de l'eau à, ben, température de la pièce.
I	Tantôt tu disais pas que de l'eau très très froide, c'était gelé?
S	Ouais c'est ça que que... que je vois pas, que je comprends pas
I	Là quand tu m'as dit que ça pourrait être de l'eau très très froide, à quoi t'a pensé en me disant ça?
S	Ben de l'eau qui serait tellement froide que ça gèle pas
I	Tellement froide. Tu penses que quand on est rendu tellement froid, on gèle pas.
S	Ben p'tête qu'elle a été vraiment gelée vraiment vraiment mais euh.. comment je pourrais dire ça, vite.
I	Elle a été gelée vite?
S	Oui
I	Rapidement
S	Vraiment rapidement ça fait que ça gèle pas à la place ça bout mais vraiment froid
I	Alors ça pourrait être parce qu'on l'a préparée vraiment vite alors elle a pas eu le temps de geler c'est ça?

S	Oui c'est ça
I	Puis ça, cette façon de voir la situation, comment ça t'es venu en tête?
S	Ben ça m'est venu qu'habituellement de l'eau très très froide c'est gelé, c'est comme les autres glaçons dans le béccher B (de glace sèche tantôt) tu sais c'était vraiment vraiment froid c'était un solide mais ça ici c'est un liquide mais c'est très très, ça a l'air vraiment froid.
I	Ok puis ça ça pourrait être parce que ça a été préparé rapidement
S	Ça pourrait ben sinon ça pourrait être d'une autre manière que je connais vraiment pas
I	Mais cette possibilité là, quand elle est venue dans ta tête, quand elle s'est présentée à toi cette possibilité là, comment ça s'est passé?
S	Ben ça s'est passé comme, j'ai observé ça (B), puis j'ai observé les glaçons de la glace qui gèle des fois parce quand j'en met dans le congélateur je le vois quand ça gèle puis là ben c'est ça j'ai observé la glace comment elle gèle puis j'observe ça (B) puis ça bout mais c'est froid. J'ai vraiment de la misère à l'expliquer.
I	Puis est-ce que t'es inconfortable avec cette idée là? T'as l'air un peu inconfortable...
S	Ouain parce que j'ai de la misère à l'expliquer. Tu sais je sais pas, j'aimerais ça savoir vraiment la bonne réponse mais je l'ai pas
I	Est-ce que t'as des certitudes quand même que tu pourrais trouver par toi-même? Comme un enquêteur
S	Que c'est froid
I	Ok c'est froid, ça c'est sûr
S	Ça c'est certain
I	Je suis d'accord avec toi, d'ailleurs, c'est pour ça que j'ai mis des gants quand je l'ai transportée! À part ça, est-ce que t'as d'autres certitudes? (silence 10 secondes)
S	Non j'ai...
I	Si je te demandais par exemple, comment ça se fait que dans le béccher B la substance fait des bulles, dans le béccher A, ben si je l'avais allumée (la plaque chauffante) un peu plus tôt, ça fait des bulles, mais la substance B elle, n'a pas besoin d'être sur une plaque chauffante. Comment ça se fait?
S	Je le sais pas, euh j'ai j'ai... (silence 12 secondes) Je le sais vraiment pas. J'ai j'ai... J'essaye de...
I	À quoi tu penses là?
S	Je le sais pas, à plein d'affaire, c'est comme confus un p'tit peu. Je trouve pas l'hypothèse parfaite, tu sais comme, ben l'hypothèse parfaite... L'hypothèse qui me convient
I	Ok. Tu trouve pas l'hypothèse qui te convient
S	Oui
I	Puis quand t'en trouve une qui te convient une hypothèse... Comment tu la ressens?
S	Ben je sens, je me sens pas tout à fait que j'ai raison, je sais que je peux avoir totalement tort. Euh aussi ben, j'apprend, j'apprend à essayer de découvrir, à observer à approcher d'un hypothèse. Mais là je le sais vraiment pas.
I	T'as un blocage
S	Hmm (approbation)
I	C'est ça? Ça bloque? Y'a quelque chose qui bloque? Qu'est-ce qui t'aiderait, à ton avis, à débloquer? Qu'est-ce qu'on pourrait faire qui t'aiderait à débloquer et à trouver une hypothèse qui te satisferait?
S	Ben si on la faisait chauffer (la substance B), qu'est-ce que ça donnerait?
I	Si on chauffait ça (B)?
S	Oui
I	Ok.
S	Sur la plaque chauffante, mais je sais pas, peut-être que ça deviendrait juste de l'eau normale. Peut-être, mais je sais pas
I	Ok. Bien écoute, regarde, on la fera pas chauffer mais ce qu'on va faire c'est qu'on va prendre la température. Avant, j'aimerais ça avoir ton hypothèse sur la température.
S	Mon hypothèse sur la température. Attend un peu là.
I	À ton avis ça pourrait être quoi la température du contenu du béccher B?
S	Ben quand c'est à ébullition puis que c'est chaud c'est à peu près dans les 100 °C. Ça (B) ça pourrait être moins 80, quelque chose du genre
I	Moins 80
S	Moins 80 ou un petit peu plus
I	Un peu plus froid ou un peu plus chaud?

S	Un peu plus froid
I	Un peu plus froid? Moins 85?
S	Ouin à peu près
I	Toi tu penses que ça aurait de l'allure
S	Ouais
I	Si c'était à moins 85, ça ne te surprendrait pas beaucoup
S	Ça me surprendrait pas beaucoup parce que la buée juste comme ça c'est un gros indice que c'est très très froid.
I	Ok. (nous observons la température B=-175) Ok! Alors c'est beaucoup plus froid que tu pensais!
S	Beaucoup plus froid que je pensais!
I	Qu'est-ce que ça te dit cette température là?
S	Ben ça me dit que c'est très très froid puis que là on peut vraiment se brûler avec une substance froide de même.
I	Tu peux vraiment te brûler
S	Oui, ça c'est certain, c'est pour ça que t'as mis des gants
I	Ok. Tiens on va prendre la température du bécher A (résultat : 100,4°C)
S	100,4
I	Alors, deux températures très différentes, deux liquides qui font des bulles, il y en a un sur une plaque chauffante, puis pas l'autre. Alors : tes réactions.
S	Euh! Comme je te disais, ça a été tellement froid que ça a pas pu prendre en glace. Puis l'autre (A) ça prendra jamais en glace parce que c'est jamais en bas de 0°C.
I	Ok elle prendra pas en glace. Puis lui, dans le bécher B, il est tellement froid qu'à cette température là il a pas eu le temps de prendre en glace.
S	Ben il prendra pas en glace d'après moi parce que justement il est trop froid
I	À cette température-là, quand c'est trop froid, ça prend pas en glace.
S	Ouais sinon ça pourrait être pas de l'eau comme une sorte, je veux dire, une autre eau
I	Une autre eau. Ok.
S	Une eau bizarre
I	Une eau bizarre
S	C'est bizarre parce que je la connais pas
I	Ça pourrait être une autre substance que de l'eau. Puis, tu dis que ça ça fait pas de glace? Si on la réchauffait un peu?
S	Je le sais pas je le sais pas, peut-être que ça aurait... c'est sûr que sa température à augmenterait (inaudible). Elle aurait monté sa température ça c'est certain. Mais si on l'aurait chauffée un peu pour qu'elle soit autour de 0,3 peut être que ça aurait été en glace je sais pas.
I	Tu dis ça de même?
S	Ben je dis pas ça de même, je dis ça parce que, en fait quand c'était à 0,3 dans ces environs là c'est en glace ça fait que je me dit que peut-être que si ça (B) ça serait à cette température là peut-être que ça serait de la glace.
I	Mais là la substance B il n'y en a plus dedans hein!
S	Hein il n'y en a plus?
I	Non regarde (je lui montre le fond du bécher B)
S	Oupelal! Elle (B) s'est peut-être évaporée à cause de de... parce que tout à l'heure on voyait beaucoup de buée. Ça c'était l'eau qui s'évaporait. Euh! C'est quand on dit évaporer habituellement on pense à du chaud mais ça peut aussi être dans le sens contraire, dans le froid.
I	Donc s'évaporer vers le froid?
S	Oui
I	Puis toi tu penses qu'elle s'est toute évaporée?
S	Oui parce que dans le lavabo c'est plus blanc, c'est plus pâle, toute est...
I	Dans le lavabo?
S	Oui parce que tout à l'heure elle descendait comme ça (vers le lavabo), un peu avec de la buée (inaudible)
I	Oui mais là la substance B si je voulais la réchauffer pour vérifier si elle devenait en glace comme tu disais, dans le fond il n'y en a plus là.
S	Ouais, il n'y en a plus. Ben ce qui est autour (le givre) c'est encore la substance B.

I	C'est encore la substance B?
S	Qu'on a appelée B
I	Oui, mais tu penses qu'elle est allée autour?
S	Oui, parce qu'elle a évaporée... puis elle a... solidifié parce qu'elle était plus chaude. C'est un peu bizarre parce qu'elle était déjà dans le... vers les moins 174... Elle était trop haute pour geler. Mais là si on la prendrait (le givre autour du bécher, qu'il croit être de la substance B solidifiée) je sais pas à combien qu'elle serait dans les beaucoup plus bas que ça, d'après moi.
I	Ça? Sur le bord? (Je pointe le givre) Ça serait encore plus froid?
S	Non ça serait plus chaud
I	Mais ça serait encore la substance B
S	Oui
I	Là elle serait rendue sous forme de neige
S	Oui
I	Ça là, cette explication là précisément, à savoir que sur le tour, c'est encore la substance B parce qu'elle s'est évaporée, ça s'est refroidi là sous forme de glace, ça est-ce que tu viens juste d'inventer ça cette explication là?
S	Ben non parce que je sais que de la glace que ça peut aller sous forme de neige puis comme de la buée comme chaude euh, ça va vers le haut mais quand on a mis le couvercle elle était encore là mais elle avait repris sa forme liquide elle était sous forme gazeuse puis elle a été sous forme solide parce qu'elle était un petit peu plus froide
I	Mais ma question c'est pas... je comprends ce que tu veux dire dans ton explication, mais je veux savoir si de la façon que ça t'es venu, est-ce que t'as imaginé ça cette explication là.
S	Ben non justement je me suis basé sur l'eau chaude
I	Donc t'as pas inventé ça, t'as vraiment...
S	...pensé
I	T'as vraiment pensé.Ok. Regarde, on a quasiment fini. Je veux juste essayer de récapituler ce que t'as dit. T'as dit beaucoup de choses. Mais d'après ce que j'ai compris pour toi les substances A et B ne sont plus les mêmes : là (A) il y a de l'eau qui bouille tandis qu'ici il y a de l'eau, qui pourrait être autre chose que de l'eau, qui fait des bulles aussi mais elle est beaucoup plus froide et c'est probablement parce qu'on l'a refroidie très rapidement. On l'a congelée très vite de sorte qu'elle a pas gelée
S	Ouais comme là elle (B) a plus pris le temps de geler parce que là c'est plus (dans le sens de pas) liquide pourtant c'est la même substance, mais tu sais, tout à l'heure, elle était juste beaucoup plus froide.
I	Alors tantôt... Tantôt elle était liquide et elle faisait des bulles. Là la substance qui est autour du bécher B c'est la même substance mais elle a pris le temps de geler.
S	Oui
I	Donc tu penses qu'avec le temps, c'est vraiment important si on gèle ça vite ou on dégèle ça lentement, ça peut faire...
S	Oui
I	Juste te faire remarquer que t'as quand même hésité beaucoup dans tes hésitations. Comment tu vois ça les hésitations comme ça?
S	Ben je vois ça comme... Vu que c'est la première fois j'essaye de comprendre à la place de donner une hypothèse puis « ben ça c'est la mienne » Tu sais, tu sais j'essaye de penser pour que ça soit la plus... la plus convenable, ben convenable en voulant dire, la plus réelle la plus proche possible. Puis ben c'est pour ça que j'hésite
I	Puis tu penses que tes hésitations, c'est parce que c'est nouveau.
S	Oui
I	Si c'était quelque chose de familier, tu n'hésiterais pas autant?
S	Ben j'hésiterais, ben ouin c'est sûr que j'hésiterais pas autant
I	Puis est-ce que t'as trouvé que tes hésitations finalement c'est un bon signe ou un mauvais signe?
S	C'est un bon signe en voulant dire que j'ai pas tout de suite pris la réponse que j'ai pensé parce que j'aurais pu dire : « ben c'est parce qu'elle est chaude pis en même temps froide » Tu sais ça a pas de sens.
I	Puis toi tu faisais une sélection des informations
S	Oui
I	Puis comment tu faisais pour sélectionner la bonne?
S	Ben je voyais des choses qui étaient... anormales en voulant dire que ça faisait des bulles comme dans l'eau

	chaude mais c'était super froid alors ça pourrait pas être chaud vu que c'était froid. Tu sais, ça fait que je faisais des affaires comme ça.
I	Donc des déductions là « si c'est froid ça peut pas être chaud » par exemple
S	Ouain c'est ça
I	Ok. Euh! Ok (debriefing)

Sujet 5

Durée : 45 :51 I = Intervieweur; S : Sujet; (Inaudible): les propos sont incompréhensibles; (commentaires) : les commentaires sont entre parenthèses

Transcription du dialogue	
I	Alors tu vois, je viens de préparer deux béciers, un bécier, c'est un contenant comme ça, je viens de les préparer, il y en a un qu'on va appeler le bécier A puis l'autre B. Je voudrais savoir, d'abord, est-ce que tu crois que les deux contenus sont les mêmes?
S	Ouain sûrement, j' pense que oui parce c'est de la glace. Ça ressemble un peu. J' pense que...
I	Excuse moi j' ai oublié de te dire une autre consigne de sécurité : il ne faut pas toucher. Tout ce que j' apporte aujourd' hui tu n' y touches pas ok?
S	Ok
I	Alors toi tu dis « c'est de la glace »
S	Ouain ça a de l' air comme de la glace sèche
I	De la glace sèche?
S	Ouain... c' est une glace... genre sec, c' est une température que (inaudible)
I	Ça peut être dans des températures plus chaudes puis ça va pas fondre
S	Comme maintenant ben il fait pas extrêmement chaud mais, c' est un exemple là, ça a l' air que lui il était plus dans le réfrigérateur que l' autre
I	Dans le réfrigérateur ou le congélateur?
S	Congélateur
I	Ok. Donc quand tu dis lui, tu veux dire le B
S	Ouain
I	T' as l' impression qu' il est allé plus longtemps.
S	Ouain
I	Quand tu dis que c' est de la glace sèche, comment tu vois ça toi de la glace sèche?
S	Ben, c' est quelque chose de naturel, des gaz, quelque chose
I	Quelque chose naturel. Je comprend pas ce que tu veux dire
S	Quelque chose que tu fabriques pas, quelque chose que tu trouves, sous l' eau quelque chose
I	Ok ça (B)? Ce qu' on voit là?
S	Ouain
I	Là ce que tu viens de me dire là, ça te vient d' où cette idée-là?
S	Ben pas mal de même je regarde les affaires comme Discovery puis j' ai pas vraiment appris là-dessus parce que pas vraiment pensé à ça puis avec la télé ils parlent de la glace avec des affaires de même.
I	Ok la glace toi tu dis elle vient de la nature
S	Ouain
I	De la glace naturelle
S	Ouain
I	Puis elle provenait d' en dessous de l' eau
S	Ouain ça se peut. Mais...
I	Comment t' as pensé à ça?
S	Ben j' ai entendu un de mes profs genre la glace sous l' eau, ben au fond au fond, puis c' est genre gelé, de plus en plus que ça devient chaud ça peut fondre.
I	Bien tantôt tu ne disais pas que la glace sèche elle ne fondait pas?
S	Ben ça peut fondre mais ça peu résister plus longtemps
I	Là tu parles de laquelle là? Est-ce que les deux substances sont les mêmes?
S	Ça (A) ça a l' air comme de la glace normale puis ça (B) c' est de la glace sèche.
I	Tantôt tu disais que c' était la même glace mais elle (B) tu l' appelles de la glace sèche?
S	En anglais c' est dry ice
I	Dry ice? En anglais... Puis tu sembles avoir déjà entendu ça quelque part
S	Ben j' sais pas chuis pas trop sûr que je l' ai entendu (inaudible) j' ai entendu quelque chose là-dessus
I	Qu' est-ce que tu connais? Qu' est-ce que tu connais avec certitude?
S	Ben de la glace normale ça fond plus vite ben c' est de l' eau mais de la glace sèche c' est genre, pas des produits chimiques ben des gaz naturels là-dedans qui fait que ça fond moins vite
I	Ça fond moins vite?

S	Ouain
I	Et ça est-ce que tu l'as déjà appris quelque part ou...
S	Ouain... télé
I	À la télé, t'as déjà vu ça...
S	Ouain
I	Est-ce que tu te souviens précisément de ce que tu avais vu?
S	Pas exactement non pas ben ben non
I	Puis l'idée que cette glace là, qui est dans le béccher B, fonde moins vite, est-ce que ça c'est quelque chose que tu savais déjà?
S	Euh! Pas vraiment. C'est plutôt l'année passée que j'ai appris ça
I	T'as appris ça avec Marc (enseignant en première secondaire)?
S	L'année passée j'étais en 6 ^e
I	Ah ok oui c'est vrai. Et t'as déjà appris ça... Rappelle-moi comment ça s'est passé
S	Ben on parlait des affaires comme le Mentos puis le Coke. Un moment donné je pense que c'est mon ami qui a demandé une question sur la glace sèche puis elle parlait un peu là-dessus. Puis des fois je le vois à la télé, ça dépend.
I	Qu'est-ce que tu connais de cette substance là en particulier?
S	Ben, je pense c'est genre si tu mets de l'eau là-dessus il va y avoir du (de la) fumée qui sort.
I	De la fumée?
S	Ouain
I	Ok. Puis pour toi la glace sèche tu disais tantôt que c'était fait de gaz qui est naturel c'est ça?
S	Ouain
I	Euh.. Puis puis ce gaz là, il est comme ça.
S	Ouain il est gelé... Il a plutôt été solidifié. Parce que les gaz sont pas liquides. Non mais... Ça c'est un gaz liquide qui a gelé
I	C'est un gaz liquide qui a gelé?
S	Ouain
I	Ok. Et... Là tu m'expliques finalement pourquoi le gaz il a l'air de ça.
S	Ouain
I	Puis ton explication, que c'est un gaz liquide qui a gelé, ça ça vient d'où, puis comment ça t'es apparu en tête?
S	Euh.. C'était l'année passée, elle parlait des... de la glace sèche puis elle parlait elle disait c'était gelé puis il faut, je pense, tu peux trouver dans des magasins pas sûr... Pis elle parlait elle disait « tu peux faire beaucoup d'expériences (d'expériences) avec ça »
I	Donc pour toi, finalement, est-ce que c'est les mêmes substances ou pas?
S	Ben... celle-là (A) je trouve que je vois déjà un peu d'eau, ça fond, parce que sur les côtés (inaudible)
I	Ok
S	Puis celle-là (B) ben je pense qu'elle est encore plus gelée un peu, l'extérieur
I	L'extérieur est plus gelé
S	Ouain. Comme des p'tites affaires là (il pointe le givre). Puis celui-là (A) il l'a pas
I	Quelles petites affaires?
S	Ben ça (il pointe le givre du béccher B)
I	Ok. Ce qui est autour?
S	Ouain
I	Ok. C'est quoi ça?
S	C'est... En anglais, je sais c'est quoi
I	C'est quoi en anglais?
S	<i>Frost</i>
I	<i>Frost</i> ? Donc du givre?
S	Ouain
I	Ok puis ça comment ça se fait à ton avis qu'il y en a autour du béccher B mais pas autour du béccher A?
S	Je le sais pas vraiment. Parce que chez nous moi puis mon père ben on habitait aux États puis on montait on a pris de la neige puis quand on déménageait au Canada ben on trouvait de la neige dans un contenant en métal puis il y avait du givre.
I	Il y avait du givre où?

S	À l'entour
I	Autour du contenant en métal
S	Ouais
I	Puis il y avait quoi dans le contenant?
S	De la neige... Ben c'était plutôt de la glace...
I	Il y avait de la glace... Puis est-ce que tu penses que c'était la même chose que ça?
S	Sûrement pas parce... Ben c'était de la neige qui est tombée à terre puis ça, c'est genre, on peut dire de la neige artificielle. Ben de la glace artificielle
I	Qu'est-ce qui est de la neige artificielle? Qu'est-ce qui est de la glace artificielle?
S	La glace... Parce que ces les gaz c'est pas vraiment fait par de l'eau
I	Ah c'est pas de l'eau... (B) ?
S	Ouain
I	Tandis que l'autre (A) c'est de l'eau... ?
S	Ouain
I	Mais c'est ça que tu y penses?
S	Oui
I	Autrement dit, toi tu dis : « dans le A, c'est de la glace faite de l'eau et dans le B, c'est pas de la glace, ben oui c'est de la glace, mais faite de pas-d'eau, faite d'autre chose faite d'un gaz naturel » (sujet acquiesce)
S	Oui
I	Ok. Puis t'as observé qu'il y avait du givre autour
S	Ouain
I	Puis toi la présence de givre, tu dis que c'est à cause de quoi?
S	Je trouve que celui-là (B) il a plus de froid que ça (A). Ben ça (B) y a plus de froid que ça (A). La glace ça produit plus de froid puis l'autre produit moins... Il (A) absorbe la chaleur.
I	Lequel absorbe la chaleur?
S	Celui-là (A). Puis ça fond
I	Puis l'autre (B)? Là là tu viens de me dire que l'autre (B) il est plus froid c'est ça? Et est-ce qu'il absorbe la chaleur?
S	Euh moins bien. Ben il absorbe moins.
I	Comment est-ce que tu le sais ça?
S	Ben.. Il euh... ça se voit pas mal
I	Ça se voit?
S	Parce que y'a du givre alentour puis l'autre (A) en a pas puis ça commence à fondre puis lui (B) ben, ça a de l'air qui gèle encore plus.
I	Et pour toi est-ce que c'est une indication que dans le B, il absorbe moins la chaleur?
S	Ouain. C'est ouain, sûrement, ouain, c'est ça.
I	Donc ce qui est dans le B, l'espèce de glace, que tu as appelé la glace sèche, elle elle absorbe moins la chaleur
S	Ouain
I	Qu'est-ce que ça a comme conséquences ça?
S	Ben ça (B) fond moins vite puis.. ça.. Je trouve c'est ça ça (B) fond moins vite puis ça (inaudible) chaleur
I	Alors tu dis ça va fondre moins vite parce que ça absorbe moins la chaleur c'est ça?
S	Ouain
I	Et si ça fond moins vite ça fait du givre. C'est ça que tu pensais?
S	Ben ça p... Ben Je pense plutôt que ça produit encore un peu plus de froid que d'absorber la chaleur parce que y'a du givre à l'entour.
I	Ok. Donc vu qu'il y a du givre ça produit plus de froid? Qu'est-ce qui est la raison.. Qu'est-ce qui explique quoi ici?
S	Mais je... Je suis pas trop sûr, je comprend pas extrêmement le contexte mais je trouve que ben c'est plus froid ça produit plus de froid puis lui (A) il absorbe la chaleur puis il fond
I	Donc le A absorbe la chaleur: il fond. Le B lui absorbe moins la chaleur, il fond moins vite?
S	Ouain ben je pense qu'il (B) en produit un peu (du froid) parce que c'est pas si chaud que ça ici (approche ses mains du bécier B)
I	Ok. Et euh.. Dans tout ça, tu dis que t'es pas sûr, c'est ça, t'as dit que t'étais pas trop sûr?
S	Ben... Chuis.. Ça me fais penser mais.. J'men rappelle pas ben ben de ce que t'allais dire parce que parce

	que j'écoutais pas vraiment. Mais c'est plutôt ce que je pense là...
I	Hmm.. Puis si par rapport à l'eau dedans, tu sais, il y a de l'eau qui commence à se former, en dedans, on voit des gouttelettes d'eau... Tiens on va prendre un morceau puis on va le mettre (inaudible). Si on met un morceau (de glace provenant...) de chacun des béciers sur la table, qu'est-ce que tu penses qui va se passer?
S	Ben.. Lui (B) il fait de la fumée... Chuis pas trop sûr pourquoi! C'est spécial! Lui (A) si on le tasse comme tu vois lui (A) quand tu le tasses il y a de l'eau. C'est ça glisse. Puis l'autre (B) Ça ressemble un peu... Ça glisse moins vite. C'est comme rude (B) à l'entour puis lui (A) c'est lisse il fond.
I	Donc le A il est comme lisse en dessous?
S	Ouain, parce qu'il commence à fondre et puis (inaudible)
I	Puis si on revenait demain, qu'est-ce qu'on verrait à ton avis?
S	Ça (A) ça serait de l'eau puis l'autre (B), je suis pas sûr, ça se peut que ça soit de la glace
I	De la glace? Comme l'autre (A)? Ça resterait comme ça?
S	Non peut-être ça serait fondu, je suis pas trop sûr
I	Puis qu'est-ce qu'on verrait?
S	Ça se peut ça soit entre de l'eau et de la glace puis encore un peu de (inaudible)
I	Donc ça resterait comme ça... Puis si on revenait dans une semaine?
S	Euh... Ça (A) serait sûrement sec parce que ça serait sûrement évaporé. Puis l'autre (B)... Aucune idée
I	T'as de la difficulté à imaginer ce qui pourrait se passer?
S	Ouain
I	Comment tu vis avec cette idée là que la substance B, dans une semaine, tu sais pas de quoi elle aurait l'air?
S	(rire) Maintenant ça me choque!
I	Ça te choque?
S	Ouain!
I	Ça te choque... Dans quel sens ça te choque?
S	Ben que y'a des choses que je ne comprends pas puis si ça serait normal comme toujours ben je ne penserais plus à ça je penserais sûrement la vie normale
I	Hmm (approbation)
S	Là ça me fait penser à ça. Ça me choque parce que je ne comprends pas.
I	Ok. Là t'as décrit le phénomène tantôt, t'as dit « y'a de la fumée », t'as dit « ça fait pas de l'eau ». Mais si je te demande dans une semaine qu'est-ce qui va se passer, tu sais pas vraiment...
S	Ouain
I	Et... tantôt ce que tu me disais par rapport à la, au bécier (B) qui est plus froid, puis qui absorbe moins la chaleur tu penses-tu que ça a rapport avec ça?
S	Ça se peut... Ça se peut mais je ne le sais pas vraiment
I	Pour le savoir, qu'est-ce qu'il faudrait que tu fasses pour le savoir?
S	Faudrait plutôt essayer tu passes une journée (inaudible) tu regardes, puis si c'est encore là tu fais ça dans une semaine encore... Tu essayes de voir.
I	Puis toi tu trouves-tu que ça a l'air d'un phénomène spécial?
S	Euh... Ben non pas vraiment parce que si c'est comme je pense, si c'est de la gaz naturel qui est gelé, c'est normal.
I	Ok. C'est pas de la magie
S	Non
I	C'est un phénomène naturel
S	Oui... Ça me fait penser à un fantôme parce que y'a une fumée qui sort des côtés
I	C'est vrai il y a de la fumée qui sort de partout. Cette fumée là est faite de quoi à ton avis?
S	Mais... Euh... Aucune idée!
I	Puis, si je te demandais à ton avis, pourquoi est-ce que dans le bécier A, la glace fait de l'eau mais dans le bécier B, ça fait pas de l'eau?
S	Parce que... Ça ça... Ça ça, ça fond (A), ça absorbe la chaleur puis l'autre (B), il fait le contraire.
I	C'est-à-dire ça produit de la chaleur?
S	Hmm lui (A) euh... Il absorbe, il (A) fond il se défait, puis lui (B) il est plutôt résistant
I	Résistant?
S	Aux chaleurs

I	Pour toi, c'est résistant à la chaleur. Ça veut dire que la chaleur elle fait quoi dessus? (problème technique 10 secondes) C'est résistant à la chaleur... C'est quoi concrètement, qu'est-ce qui se passe avec ça?
S	Ben je... Si je regarde puis... lui (A) il semble peut-être là un peu plus lisse que tout à l'heure puis lui (B) il est plutôt rugueux, puis lui (A) plutôt lisse qu'avant...
I	Ben avant tu dis « lui (A) il est moins résistant à la chaleur donc le A est moins résistant que le B »?
S	Oui
I	Mais c'est quoi pour toi « résistant à la chaleur »? Ça veut dire quoi?
S	Ben comme tous les humains sont résistants à la chaleur mais (inaudible) ça c'est plutôt, c'est de l'eau puis comme à chaque hiver ça va geler puis à chaque printemps ça va dégeler ça.. Ben... Puis lui (B) pas trop sûr... Mais celui-là (B) il résiste peut-être plus parce que les gaz ben y a.. oui les gaz ils sont plutôt là moins geler... moins gelante.. En tout cas je pense que ça existe en mot. Mais celle-là (A) c'est de l'eau fait que c'est quelque chose qu'on connaît puis l'autre (B) c'est sûrement des gaz naturels qui ont gelé puis puis qui peuvent pas...
I	Ok. Ton explication, que tu viens de me donner, pour dire que ça c'est résistant à la chaleur, comment ça t'es venu?
S	Ben, comme c'est plus ou moins chaud ici (près du bûcher B) ben quand même lui il gèle (B) quand même puis lui (A) il gèle pas mais c'est sûrement zéro un deux (degrés?). Puis euh c'est sûr qu'il (A) va être dégelé dans pas long, il va être de l'eau. Mais lui (B) il est sûrement il va sûrement y avoir un peu d'eau aux alentours, je suis pas trop sûr.
I	Puis pour toi ça c'est plus résistant à la chaleur, le B est plus résistant à la chaleur?
S	Ouais
I	Mais là tu m'as expliqué comment tu voyais ça mais moi j'aimerais ça savoir comment cette explication là que tu m'as formulée, est venue à toi. Comment... Est-ce que ça s'est fait rapidement, est-ce que ça s'est fait, est-ce que t'as réfléchi à cette explication là? Comment tu vois ça toi l'arrivée de l'explication dans ta tête?
S	Mais j'ai pas vraiment pris des notes puis apporté ça puis pensé pensé là! Ça c'est plutôt venu dans ma tête selon ce que je connais un peu là-dessus. Puis c'est plutôt qu'est-ce qu'on voit, que c'est plus résistant (le B) puis l'autre (le A), il fonde.
I	Puis pour toi le mot résistant, en fait vu que t'es anglophone, j'accorde une importance au mot. Le choix du mot résistant pour toi l'équivalent anglophone ça serait quoi?
S	Hmm..
I	<i>Heat resistant</i> ? C'est tu ça que tu veux...
S	Non... Sûrement la même affaire en anglais <i>resistant to heat</i> sûrement quelque chose de même. Ben, <i>more resistant</i> , ça serait plutôt de même.
I	Ok. Si, juste pour finir avec l'histoire de l'eau, finalement toi tu dis que dans le A ça fond parce que la chaleur fait fondre la glace puis le B est plus résistant à la chaleur alors ça fait pas fondre le B comme ça fait fondre le A, parce que c'est résistant à la chaleur
S	Oui
I	Ok. À ton avis, t'as dit que c'était plus froid (le B). Est-ce que c'est plus froid ou plus résistant à la chaleur?
S	Ben plus résistant c'est pas plus froid parce que il <i>chill</i> comme lui (il touche aux deux morceaux) puis lui ça fait la même affaire mais si...
I	T'étais pas supposé y toucher hein! (rire) Bon moi-même j'y ai touché! Alors toi tu dis que c'est à peu près la même température.
S	Oui
I	Donc c'est plus résistant à la chaleur sans être plus froid. Ok. Puis si je te demandais la température, si on pouvait prendre la température du A et du B, est-ce que ça serait la même chose?
S	Ben ça serait plutôt inconnu pour moi maintenant mais si tu prendrais, j'essaye de trouver un mot, thermomètre, si tu prendrais ça ben je le saurais mais là, je le sais pas, j'ai jamais essayé de voir vraiment. (inaudible)
I	C'est parce qu'on va prendre la température. Mais je te demandais de me faire une prédiction de la température.
S	Ben lui il serait plutôt...
I	Lui c'est lequel : le A ou le B?
S	Le A il serait plutôt zéro... ben parce que la glace c'est de la glace à zéro puis l'autre c'est peut-être moins

	trois moins quatre.
I	Puis de la glace c'est toujours à zéro
S	Ouain. La glace ordinaire.
I	Comment?
S	La glace ordinaire
I	Qu'est-ce que tu veux dire?
S	Ben ça (A) c'est genre de la glace normale, c'est de l'eau, puis l'autre (B) c'est la même mais ça (A) c'est de la glace normale puis ça (B) c'est de la glace..gaz spécial
I	Donc de la glace normale c'est à zéro?
S	Ouain
I	Puis ça ça te vient d'où? Comment sais-tu ça?
S	Tous les parents puis les profs ils disent de la glace il gèle à zéro...
I	Donc la glace est à zéro
S	Oui
I	Tu vas noter les températures (nous observons les températures A=-0,5°C et B=-45°C) Alors tantôt tu disais que ça allait être à la même température à peu près. Mais là il y a une bonne différence hein! Alors comment t'expliques ça?
S	Ben j'explique j'étais pas bon sur celui-là (A) ce que j'étais supposé voir.
I	Le bécher A oui
S	Pis le B ben comme j'ai dit je sais pas ben ben parce que c'est quelque chose d'inconnu pour moi.
I	Est-ce que ça te surprend?
S	Ouain un peu parce que ben plus ou moins parce que tu vois le givre sur le côté puis ça me fait penser au icing puis celui-là (A) ben c'est de la glace.
I	Puis tantôt t'as pas pensé au givre? Quand t'as dit « les deux sont à la même température »
S	Ouain j'ai pas vraiment pensé parce que j'ai vu que c'était à la même température mais c'est ça que je regarde mais y'a du givre sur le côté, ça devient un peu plus (inaudible) que tantôt. Puis ben j'ai pas vraiment pensé.
I	Puis... Quand tu te rappelles de tantôt quand t'as dit que les deux sont à la même température, tu les avais touchés (les morceaux) hein?
S	Oui
I	Ça fait que tu t'étais fié plus au fait que tu les avais touchés
S	Ouain
I	C'est ça? Puis maintenant que tu vois vraiment avec un instrument précis les différences, comment tu vois ça, ton impression du toucher?
S	Ben je vois que c'est c'est plutôt bon d'avoir un instrument plus précis que de toucher à (inaudible)
I	Donc tu t'étais basé sur ce que tu avais touché pour dire que ça allait être la même chose
S	Ouais
I	Bon. Je vais essayer de résumer ce que tu penses de cette situation-là. D'après ce que j'ai compris, c'est de la glace dans les deux cas, il y en a une qui est résistante à la chaleur, la glace B, parce qu'elle est faite d'un gaz naturel qui est solide, puis ça ça fond pas comme le A parce que c'est plus résistant à la chaleur même si tu saurais pas dire dans une semaine ce qui se passerait mais t'as quand même observé qu'il y avait du givre parce que c'est encore plus résistant à la chaleur. Ça se peut-tu ça?
S	Ouais
I	Et la différence de température, tu trouves que ça a de l'allure maintenant qu'on l'a notée, parce qu'il y a beaucoup de givre et quand tu y avais touché, bien t'avais l'impression que c'était à la même température puis cette impression là t'a amené à faire l'hypothèse que c'était à la même température.
S	Oui y'a une chose que je comprends pas, pourquoi il y a pas de givre en haut (le givre s'arrête à la hauteur des cubes de glace sèche dans le bécher)
I	Ok. Ça ça t'échappe
S	Ouain... mais, peut-être parce que la glace elle monte plus haut ça fait qu'elle va rester à la base mais parce qu'il y a pas de glace là ça va pas être (inaudible)
I	Il y pas quoi, il y a pas de...?
S	Il y a pas de glace c'est pas plus haut que ça (le niveau à l'intérieur du bécher), la glace elle reste à cette hauteur là mais si il y avait plus de glaçons ça serait peut-être plus là
I	Ok. Comment t'expliques ça qu'il y ait du givre à l'extérieur du contenant et non à l'intérieur?

S	(rire) Ben... Sûrement parce qu'à l'intérieur c'est gelé puis à l'extérieur c'était plutôt chaud à l'extérieur puis là ça se répand. Comme, ça se répand plus ou moins à l'intérieur parce qu'il y a déjà de la glace là qui prend la place, tandis qu'à l'extérieur, c'est libre. C'est ça.
I	L'explication que tu viens de donner, tu viens tu juste d'inventer ça?
S	Ben un peu là mais... Des fois je regarde comme dans des boîtes de crème glacée que ça fais genre trois mois qui est là puis j'ai vu à l'intérieur du givre parce qu'à l'extérieur y en avait mais (inaudible)
I	Toi tu t'es dit « vu que c'est froid à l'extérieur ça fait du givre en dedans » puis là vu que c'est froid en dedans, ça fait du givre dehors.
S	Ouain
I	À ton avis, est-ce que ça (le givre) c'est du gaz naturel comme à l'intérieur?
S	Non parce que fumée ça fait puis ça se peut que la fumée y fait que y a eu une empreinte sur l'extérieur puis peut-être la fumée elle est passée puis elle a gelée... mais chuis pas sûr.
I	Mais est-ce que c'est la même substance que ce qui est la-dedans puis ce qui est autour?
S	Non ça (le givre) c'est plutôt, ben, c'est plutôt de la neige puis l'autre (les morceaux de glace sèche) c'est de la glace parce que ça a pas eu le temps de geler carrément
I	Ok. C'est pas la même substance ?
S	Non
I	Ça (le givre) c'est de la neige puis ça (les morceaux de glace sèche) c'est de la glace.
S	Ouais
I	Ok. On va passer à une deuxième observation parce que là le temps file. (je vais chercher les autres béchers) Est-ce que A et B sont les mêmes substances?
S	Ouais c'est de l'eau bouillante. Mais lui (B) il a sûrement été sur quelque chose de chaud plus long ça (inaudible)
I	Donc c'est de l'eau dans les deux cas. C'est ça?
S	Oui
I	Puis comment t'expliques que dans le B, ça fait des bulles même si c'est pas sur une plaque chauffante?
S	Ben j'ai un exemple : des fois quand tu fais du macaroni dans un petit plat tu le mets dans le four micro-ondes puis après ça quand je le sors 15-20 secondes après il va quand même y avoir des bulles mais celui-là il a sûrement été là-dessus pour une demie-heure 35 minutes puis l'autre, il est pas chaud.
I	Donc il était sur un... quoi un réchaud quelque chose?
S	Sûrement! Ça se peut qu'il ait été (inaudible)
I	Donc c'est la même substance mais lui il était déjà sur quelque chose de chaud c'est ça?
S	Oui
I	Puis ça continue à faire des bulles hein! Regarde donc! (le sujet se penche au dessus du bécher B)
S	Hmm (approbation)
I	Parce que ça continue à faire des bulles même si c'est pas sur la plaque chauffante
S	Ouain ben... ça je le sais pas...
I	Toi t'as dit que c'était de l'eau
S	Ouain ben là je vois qu'il y a du givre aux alentours. Chuis sûr là, je sais pas si l'eau est froide ou chaude. Je suis pas sûr. J'aimerais ça toucher mais j'ai pas le droit!
I	Là tu commences à te dire c'est peut-être froid
S	Ouain. Ben, c'est plutôt qu'est-ce que je vois qui dit que c'est froid...
I	Qu'est-ce que tu vois?
S	Ben il y a du givre sur le côté
I	Ok
S	Puis à l'intérieur, habituellement... habituellement, c'est ben genre tu sais là tu vois y'a de la fumée sur le côté qui colle mais colle moins longtemps puis lui (A) ben, il reste là
I	Là en ce moment, qu'est-ce que tu penses? C'est quoi ton idée en ce moment? Tu te dis que c'est comment?
S	Ça se peut que c'est pas l'eau, ça se peut que ça soit comme si j'disais la glace sèche que... (silence 10 secondes) Je suis pogné là. Je suis pas sûr. J'aurais besoin d'un scientifique.
I	T'aurais besoin d'un scientifique?
S	Ouain
I	Qu'est-ce qui te laisse le plus en doute?

S	Ben pourquoi que y a encore des bulles pis que c'est gelé à l'extérieur. Je comprends pas pourquoi. Pis en plus je comprends pas c'est quelle substance qu'il y a là-dedans. C'est-tu de l'eau. C'est tu de la... Je me complique la vie un peu
I	Tu te dis ça pourrait être autre chose que de l'eau
S	Ouais
I	Hmm. Puis comment tu te sens face à ça?
S	Ben je me sens un peu curieux, je veux savoir c'est quoi puis en même temps, c'est sûrement quelque chose que je vais pas savoir dans la vie, à part si tu rencontres un scientifique qui a ça dans les mains, mais chuis pas sûr que...
I	Tu penses pas retrouver ça dans ta vie
S	Oui à part si je vais sur internet je trouve un site qui dirait ça
I	Tu penses pas croiser ça un jour
S	Ouain, c'est triste!
I	Ok. Hmm. Alors c'est une substance inconnue c'est ça?
S	Pour moi inconnue, mais pour d'autres personnes, je le sais pas ça se peut que tu le connais, ben c'est toi qui l'as mis là-dedans tu le connais mais moi je le connais pas. C'est inconnu
I	Puis la façon que ça se comporte, c'est-à-dire sa fait des bulles, comment tu vois ça les bulles que ça fait? Qu'est-ce qui se passe en ce moment?
S	Ben il y a encore des bulles. Comme là l'ai mis ma main (au-dessus des béciers). Lui (A) c'est chaud puis lui (B) c'est froid
I	Le B est froid
S	Le B est froid puis je trouve que le B produit du froid il y a du givre qui a encore de plus en plus
I	Qu'est-ce que tu peux dire avec certitude par rapport à ce qui est dans le B?
S	C'est froid
I	Oui ok parce que là tu t'es fié à ce que tu as senti avec ta main puis tu t'es fié au givre.
S	Oui
I	Sinon si t'avais pas le givre puis t'avais pas la sensation de froid, est-ce que tu pourrais savoir que c'est froid?
S	Si je mets mon doigt là-dedans
I	Ok. Où le thermomètre.
S	Oui
I	Puis euh, qu'est-ce qui se passe en ce moment?
S	Mais il y a du fumée qui sort pis à l'entour ça a de l'air qu'il y a une bombe atomique qui a tombée parce qu'il reste quelque chose à l'entour une empreinte pis y'a des bulles qui sort encore de plus en plus petit. Pis de moins en moins
I	De moins en moins de bulles?
S	Ouain. Pis autour ça devient de plus en plus froid
I	Puis la fumée elle, comment ça se fait qu'elle est là? Comment ça se fait qu'il y a de la fumée?
S	Je le sais pas. Peut-être parce que ça (B) ça sort beaucoup beaucoup de froid pis la chaleur ça se rencontre ça fait du fumée. Mais à part ça...
I	Tu dis que c'est avec la chaleur que ça fait ça?
S	Oui
I	Le froid puis la chaleur
S	Oui
I	Puis ça ça te vient d'où?
S	Dans mes cours, la télé, les parents puis les profs. Ça devient, ça vient de plein d'affaires. Mais je comprends pas pourquoi ça bouillait. Je sais pas c'était peut-être chaud puis là c'est froid froid froid...
I	Ça c'est ce que tu trouves le plus mystérieux
S	Ouain
I	Si tu avais à faire une prédiction de la température?
S	Celui-là (A) je dirais, ça serait chaud, 100... 100° puis l'autre... l'autre environ... ça serait dans les ... C'est parce... un c'est plus froid je dirais peut-être moins 10 moins 20.
I	Moins 10 moins 20?
S	Ouain
I	Puis la substance tu sais pas ce que c'est

S	Non. C'est mystérieux!
I	Ok (nous observons les températures A=104°C B=-175)
S	J'ai entendu il y a une substance je connais c'est genre vraiment gelé tu rentres là-dedans c'est un gaz mais c'est genre de la fumée après ça tu gèles <i>full</i> vite
I	Ok. T'as entendu ça où
S	(inaudible) sur des documentaires
I	Ça serait pas ça?
S	Ça se peut j'ai entendu mais je connais pas vraiment le nom. Si t'étais dans une chambre avec ça tu serais gelé genre à moins 200.
I	Bon qu'est-ce que tu penses de ces températures-là?
S	C'est fou!
I	Tu trouves ça fou?
S	Ben pour moi c'est fou mais pour les scientifiques c'est normal Ça dépend sont dans quel département. Si c'est un scientifique qui voit ça c'est normal
I	Puis est-ce que tu pensais que ça existait, des températures comme ça?
S	Où surement, sur Mars, quelque chose de même
I	Tu savais que ça pouvait être très froid
S	Oui c'est très très froid
I	Puis... Donc c'est très froid puis euh.. C'est pas la même substance que le A hein toi tu disais que c'était autre chose
S	Non. De la glace ça peut pas être aussi froid que ça habituellement ça peut être moins quarante mais pas moins 175
I	Mais tu ne sais pas ce que c'est
S	Non
I	Ok. Tu trouves tu ça encore étonnant que ça fasse des bulles?
S	Oui je trouve ça étonnant, je trouve ça extraordinaire, je dirais que ça fait ça. J'ai jamais vu de ma vie. Si tu le laissais, ça fait peut-être 20 minutes qu'il est de même, si tu le laissais, 3-4 minutes il serait (inaudible). Ça c'est, encore le givre qui était là. C'est pas très long, comparé à celle-là ben il a pas de marques en dessous
I	Non. Hmm. Ok. Je vais essayer de résumer ce que tu penses. Donc dans le B on a pas la même chose que dans le A dans le A c'est de l'eau qui bouille. Puis dans le B c'est quelque chose, c'est un liquide qui fait des bulles, qui est très froid tu sais pas vraiment ce que c'est c'est juste que...
S	... ouain ça bouille mais c'est froid
I	Ok. Puis euh... la fumée vient du fait que c'est froid puis avec le chaud ça fait de la fumée. Ok. Trouves-tu que t'as hésité beaucoup? J'ai noté que t'avais quand même fait beaucoup d'hésitations.
S	Euh... Ben quand je pense, je pense, je réfléchis avant que je parle. Mon père me dit ça assez souvent. Euhm... ou sinon à des scientifiques si tu dis « ah ben c'est faux » ça reste de même puis si toute ta vie tu dis c'est faux ben il reste comme avec son idée, la première idée qu'il pensait pis là il va jamais savoir mais si tu réfléchis 2-3 secondes, 5-6 peut-être, ben tu peux plutôt savoir, continuer sans être pris sur la même affaire
I	Ok euh, à ce moment là, est-ce que ta première idée, est-ce qu'elle pourrait changer ou elle reste la même?
S	Ça peut changer ça peut varier dépendant la nature. S'il fait chaud ou si il fait froid...
I	Non mais je parle de ton idée... Tu dis que quand tu hésites, ça te permet de te faire une idée...
S	Ouais ça ça... C'est sûr... Si je regarde... Ben là si je regarde ça bouille c'est chaud c'est sûr mais si il faisait, si ça bouillait pas, j'aurais hésité pour savoir peut-être mis ma main par-dessus j'aurais fait genre... vérifier.
I	Au début quand je l'ai apporté, t'as dit que c'était chaud parce que c'était sûrement sur une plaque chauffante ou dans un, sur un four... Finalement, qu'est-ce que tu te rends compte là?
S	Ça se peut que ça soit dans quelque chose de froid, dans quelque chose pacté de glace mais... Ça se peut que ça soit un produit spécial que tu peux chauffer ça va geler
I	Mais au départ t'avais dit que c'était chaud
S	Oui
I	Parce que tu t'étais fié à quoi?
S	Ben l'eau elle bouillait comme là si ça serait sur une plaque puis ça bouille ben je serais pas surpris. C'est comme c'est une plaque ça bouille chuis pas surpris mais si c'était là puis ça continuait à bouillir

	(inaudible)
I	Et par rapport à tes hésitations, toi tu dis, ben c'est parce que tu réfléchis
S	Ben je réfléchis, des fois je suis pas sûr,
I	Mais quand je te dis que t'as au beaucoup d'hésitations, est-ce que t'es surpris de ça?
S	Non je réfléchissais.. tu me parlais de phénomènes dans l'univers de quelque chose... j'ai hésité parce que je le sais pas. C'est sûr que j'aurais hésité
I	Comment tu pourrais interpréter tes hésitations?
S	Je peux dire que je réfléchis beaucoup j'essaye de penser avant d'aller à la conclusion que sinon comme j'ai dit le scientifique il dit c'est chaud (inaudible)
I	Puis quand tu réfléchis puis que tu hésites, un moment donné la conclusion elle arrive. Comment tu la reconnais que c'est la bonne conclusion?
S	Tu fais des vérifications, tu demandes à d'autres personnes de t'aider..
I	Oui mais là ici aujourd'hui
S	J'aurais peut-être, si je serais seul, attendu pour voir si ça bouille si ça... Pour voir qu'est-ce que ça aurait fait après
I	(Debriefing hésitations)

Sujet 6

Durée : 45 :51 I = Intervieweur; S : Sujet; (Inaudible): les propos sont incompréhensibles; (commentaires) : les commentaires sont entre parenthèses

<i>Transcription du dialogue</i>	
I	Alors tu m'as vu préparer les deux béciers?
S	Oui
I	Je les baptise A et B. Et moi, oublie pas, je prends des notes. Alors tu ne t'empêche pas de parler même si je prends des notes.
S	Ok oui
I	J'aimerais ça savoir d'abord, par rapport au contenu des deux béciers A et B, est-ce que tu penses que c'est les mêmes substances?
S	Non. Ben attends un p'tit peu. P'tête. J'peux regarder?
I	Oui c'est ça tu peux regarder : tu peux pas toucher mais tu peux regarder.
S	Ah non c'est pas mal différent à cause que dans le bécier B y'a de la boucane. Ben la vitre du bécier est embuée. Le A est pas embuée. Le B ça ressemble plus à de la neige. Le A c'est de la glace. Mais euh... C'est ça hum!
I	Ok
S	J'aurais tendance à dire que le B c'est de la glace sèche et non de la glace tout court.
I	Alors tu sembles avoir déjà entendu ça...
S	Oui mon père m'en a déjà amené.
I	T'en as même déjà vue.
S	Oui, j'en ai pris dans mes mains.
I	Ok
S	Mais c'était granulé plus petite.
I	Ok. Et ton père a rapporté ça d'où?
S	De son travail
I	Il en a à son travail?
S	Oui, j'pense que oui (rire)
I	Ok alors lui il a rapporté ça du travail et te l'a montrée.
S	Oui
I	Et c'était quoi tes impressions par rapport à ça, tes souvenirs de cet événement-là?
S	Ben on l'avait mis dans la piscine pis ça faisait plein de boucane
I	Ok. Euh. Et euh pour toi, est-ce que c'est la même substance ou pas?
S	Non...
I	Parce que t'as appelé ça... Ça c'est quoi (je pointe le bécier A)?
S	De la glace
I	Dans le A t'appelle ça de la glace. Et de l'autre bord?
S	de la glace sèche
I	Ok. Est-ce que c'est la même substance ou non?
S	Non.
I	C'est juste le nom qui change?
S	Oui
I	C'est le nom qui change ou la substance aussi?
S	Les deux
I	Ok, donc c'est pas la même substance.
S	Non.
I	La glace, c'est fait de quoi?
S	De l'eau gelée
I	Ok ce que je dis là, dans le fond, c'est toi qui faut qu'il me le dise. T'essais de m'en dire le plus possible sur ce que tu connais de ça.
S	Ben la glace sèche je sais pas de quoi c'est. Je sais que c'est de la glace sèche mais pas plus que ça (rire)
I	Ok tu connais pas rien d'autre de ça.
S	Non j'sais que c'est... j'sais pas... j'sais que c'est de la glace sèche quand on la met dans l'eau ça fait de la boucane mais à part de ça...

I	Ok. À ton avis, comment ça se fait que ça fait de la boucane?
S	Ça fond pis à mon avis comment c'est fait ça doit être une substance qui (rire) quand ça fond ça fait de la boucane. Mais quand tu l'as amenée tantôt il y avait de la boucane qui sortait.
I	Ok
S	J'peux pas toucher hein?
I	Non
S	Y'a tu de l'eau dans le fond?
I	Euh... (je regarde) Non il n'y a pas d'eau.
S	Ok, hey ça en fait de la boucane... Ça fond.
I	Ok. Puis ici (bécher A) il y a de l'eau.
S	Ça fond
I	Comment ça se fait qu'il n'y a pas d'eau dans le fond du B?
S	Parce que...
I	(Je dépose un morceau de chaque sur la table) Quand j'en met sur la table, un morceau de glace A et un morceau de glace B, non touche-y pas! Ok. Comment ça se fait que le B il fait pas d'eau et le A il fait de l'eau?
S	Hen! Ça s'appelle de la glace sèche
I	Ça s'appelle comme ça, et à ton avis comment ça se fait que ça fait ça? Non tu peux pas y toucher. Qu'est-ce qui se passe à ton avis?
S	J'en ai aucune idée (rire) Ça non. J'ai déjà vu de la glace sèche. Ça (morceau de glace A) c'est sûr que c'est que ça fond parce que c'est de l'eau gelée, il faut chaud ici.
I	Il doit faire une vingtaine de degrés
S	Il fait 19°C chez nous. Ah!
I	T'as l'air surpris qu'il y ait de la boucane qui sorte?
S	J'dirais que... Ça serait... J'sais pas... J'aurais tendance à dire que ça (Substance B) c'est fait avec de l'azote.
I	De l'azote.
S	De l'azote. (rire)
I	Et qu'est-ce qui t'amène à dire que c'est de l'azote?
S	Ben j'ai déjà vu de l'azote liquide pis euh, le... en cinquième année je suis allé coucher au musée des sciences
I	ok
S	en voyage
I	À Sherbrooke?
S	Non à Ottawa
I	Ok
S	Et... Il y avait un ...?... Elle avait de l'azote liquide pis aussitôt qu'elle le sortait, qu'en en lançait ben ça, ça s'évaporait tout de suite, ça faisait de la boucane.
I	Ok
S	Pis euh, quand que le gros pot ou chaudière qu'elle avait ça faisait de la boucane comme ça qui sortait.
I	j'pense que t'as déjà vu ça, effectivement, de la glace sèche, mais ce que j'essaye de voir c'est comment toi tu comprends ce que c'est, de la glace sèche par rapport à de la glace normale. Ok, y'a le nom qui change mais comment ça fonctionne?
S	Oui, ben c'est pas fait avec le même matériau (rire), substance
I	C'est pas fait avec le même matériau, substance. C'est fait de quoi à ton avis?
S	Ben ça (substance B) d'après moi c'est fait avec de l'azote
I	Avec de l'azote...
S	Pis ça (Substance A) c'est sûr que c'est fait avec de l'eau gelée...
I	Ok. Pis c'est quoi de l'azote?
S	J'sais pas (rire)...
I	Mais toi tu dis c'est de l'azote parce que t'as déjà vu de l'azote liquide?
S	Ça faisait de la boucane, comme ça.
I	Mais ça c'est-tu de l'azote liquide?
S	gelée...
I	C'est de l'azote gelée?

S	Quin
I	Ok
S	J'sais pas (rire)
I	Mais là t'as dit que c'était de l'azote gelée-là. Comment c'est passé de ta tête jusqu'à ta bouche là? Comment t'as dit...
S	Ben je me suis rappelé que ça faisait de la boucane comme ça pis euh, ça ressemble à ça mais on dirait que c'est gelé.
I	Ok. Donc tu t'es dit : « l'azote ça fait de la boucane, ça (substance B) ça fait de la boucane, donc c'est peut-être la même chose »
S	Oui, pis euh d'l'azote liquide messemble ça ressemble à de l'eau. C'est froid à cause ça fait d'la boucane (rire) comme ça. Ça c'est sûr que c'est pas de la boucane de chaleur parce que c'est plus blanc (veut toucher!)
I	Touche pas! C'est de la boucane de... C'est pas de la boucane de chaleur
S	Non, ça on dirait que c'est... de la boucane de froid.
I	Ok. Donc tu penses que c'est froid ça (Substance B)?
S	Quin
I	Ok. Puis euh. Donc tu penses que l'azote liquide c'est une chose puis l'azote solide c'est une autre chose... Euh l'azote liquide ça a l'air de quoi? Tu disais qu'ils transportaient ça dans une grosse...
S	Dans une grosse chaudière bizarre de métal.
I	Pourquoi ils transportaient ça la dedans?
S	Ben sûrement pour garder le froid pis ils avaient sûrement mis ça dans un congélateur quelconque pour euh... Non ben.. j'sais, j'sais que de l'azote, de l'azote pas liquide je sais pas c'est quoi mais j'ai déjà vu de l'azote liquide mais j'sais pas mais mon instinct me dit que ça c'est de l'azote liquide.
I	De l'azote liquide ça peut être transformé en ça, de l'azote gelée?
S	Je sais pas (rire)
I	Comment tu t'imagines ça? Est-ce que ça tu dis que ça pourrait être de l'azote gelée?
S	...
I	Mais comment ils font ça, à ton avis?
S	Ben ils prennent de l'azote liquide pis la mettent dans un congélateur.
I	Ok, donc il faut qu'ils la refroidissent l'azote liquide?
S	Oui, comme de la glace quand on met de l'eau dans le congélateur.
I	Ok. Donc si tu pouvais prendre la température des deux, l'azote liquide puis l'azote solide...
S	Quin
I	Laquelle des deux serait la plus froide?
S	... L'azote... L'azote liquide ou .. J'pensais...
I	Ok regarde, si tu prenais la température de l'azote liquide, de ce qui est dans le (bêcher) A et ce qui est dans le B qu'est-ce qui serait le plus froid?
S	Oui mais ça (bêcher A) c'est pas de l'azote!
I	Oui je sais mais, qu'est-ce qui serait le plus froid et qu'est-ce qui serait le moins froid?
S	Entre ces deux là? (entre A et B?)
I	Non entre les trois : l'azote liquide, A et B?
S	Ok euh... C'est sûr que c'est pas A. C'est entre B et l'azote liquide. Ben j'sais vraiment pas (rire). Ben ça fait quoi si j'y touche?
I	Euh, mesure de sécurité. J'peux pas te le dire. Donc là tu hésites entre les deux? Lequel des deux (B ou azote liquide) serait le plus froid?
S	Ben ça (Substance B) c'est sûr que c'est gelé.
I	Pour toi c'est quoi gelé?
S	Ben gelé c'est ça, en glace. Ça c'est... (silence 11 secondes)
I	Puis pour toi, d'où ça vient l'idée que quand c'est gelé c'est en glace?
S	Ben c'est la même chose! (rire) Ben messemble...
I	Pour toi gelé veut dire en glace?
S	Gelé... pas mal oui (rire)
I	Là t'as dit c'est sûr que c'est froid parce que c'est en glace.
S	hum
I	Donc de la glace par définition c'est froid?

S	Ouin (rire). Ben d'la glace c'est de l'eau gelée. Mais ça c'est de la glace mais pas de l'eau, c'est de la glace de l'azote.
I	Ça se pourrait pas que ça soit chaud?
S	...
I	Ça existe-tu de la glace chaude?
S	...
I	Ça existe-tu de la glace chaude?
S	J'sais pas (rire). (8 seconde silence) J'essaye de me rappeler quand j'y avais touché l'autre fois, si c'était chaud ou froid. C'était tu chaud ou froid?
I	Tu parles de quoi là?
S	Ben quand mon père en avait apportée. C'était peut-être chaud. Hum c'est en train de fondre (le morceau de B sur le comptoir). On dirait qu'il a rapetissé celui-là.
I	En ce moment c'est-tu chaud ou froid (le morceau B). Tu ne peux pas y toucher. À ton avis c'est tu chaud ou froid?
S	Ah c'est pour ça que tu veux pas que j'y touche! Tu veux pas que je vois si c'est chaud ou froid!
I	Ben, c'est pas juste pour ça, mais effectivement je veux pas que tu fies à tes sens. Ben pas au toucher du moins. (silence 20 secondes, le sujet approche ses mains). Non touche pas! Il faut que tu joues le jeu : il faut que tu te fies à ce que tu vois puis à ce que tu déduis aussi. Quand tu considères ce que tu vois là, est-ce que tu... Si tu avais à dire une température, ça serait à quelle température ça?
S	Ben c'est sûr que c'est en bas de zéro ben chuis sûr que c'est quand même froid. Puis. Ça doit être... Ça autour (pointe le givre autour du bécher B) qui fait de « l'embuation » non ce de pas de l'embue...
I	Donc là tu dis c'est froid parce que?
S	Ben là j'sais pas tu m'as mis froid ou chaud dans la tête
I	Puis le fait que je t'aie dit « froid ou chaud » ça met un doute dans ta tête?
S	...
I	Avant que je dise ça, qu'est-ce que tu pensais?
S	Ben que c'était froid
I	Puis parce que j'ai dit froid ou chaud ça met un doute dans ta tête?
S	...
I	C'est ça?
S	Chaud... autour... Le comptoir est froid mais... (il approche les mains)
I	Il ne faut pas que tu t'approches. Faut que tu joues le jeu. Je sais que tu veux le savoir en y touchant sauf que ma question c'est « est-ce que c'est chaud ou froid et pourquoi? »
S	Ben ça (substance A) c'est sûr que c'est froid la glace normale. Mais celle-là (Substance B), c'est froid regarde!
I	Ok tu regardes le givre puis tu te dis que
S	C'est pas du chaud qui ferait ça! (rire)
I	Puis si tu avais à donner un ordre de grandeur, pour la température...
S	Ben ça (substance A) ça doit être juste en bas de zéro pis ça (substance B) pas mal à cause que... j'crois que, c'est à cause qu'il n'y a pas de vent
I	Là il faut pas que tu te fies à tes mains parce que là t'es en train de te servir de tes mains pour essayer de savoir si...
S	Ben ça (substance B) c'est sûr que c'est pas mal plus froid que ça (Substance A) parce c'est pas du chaud qui reste là. On voit quasiment un ...
I	Ok. Puis je reviens avec ma question de tantôt : l'azote liquide, puis ce qui est dans le B, toi tu as appelé ça de l'azote...
S	...gelé
I	Oui.
S	Mais de l'azote pas rien, j'sais pas c'est quoi
I	De l'azote ni liquide ni gelé?
S	Ouin
I	Tu ne sais pas ce que c'est?
S	Non
I	Jamais vu
S	Non (rire). C'est peut-être de la boucane?

I	Euh, mais entre les deux, lequel est le plus froid : l'azote liquide ou l'azote gelé?
S	Celui-là, le A : l'azote gelé. Parce que gelé ça veut dire froid, en dessous du point de congélation.
I	C'est moi qui a appelé ça azote gelé
S	Oui
I	Toi tu appelles ça « glace sèche ». Mais tu m'as dit que c'était fait d'azote...
S	Ça me mêle là...
I	Toi tu m'as dit que c'était de l'azote. Toi tu m'as dit que c'était de la glace sèche. Toi tu m'as dit que c'était gelé. Tu m'as tout dit ça.
S	Ben moi je dirais que. Non ben ce que je pense que c'est, c'est que ça (substance B) c'est de la glace sèche pis la glace sèche c'est fait de, c'est de l'azote liquide gelée. C'est ça que je pense, c'est vague mais....
I	T'as dit tantôt que ils prennent de l'azote liquide, ils la mettent dans un congélateur puis ça fait ça.
S	Quin
I	Et comment t'en arrive à ça?
S	Ben c'est le même concept que la glace normale c'est de l'eau qu'on met dans un congélateur ou au pôle Nord (rire) puis que ça gèle.
I	Puis lequel des deux est le plus froid? Toi t'as dit que c'était...
S	La glace sèche
I	La plus froide...
S	Parce que ça fait tout le givre autour
I	Ok (18 :15, je vais chercher l'azote liquide) (J'approche avec un bécher d'azote liquide)
S	Bon ça c'est de l'azote liquide. Oui.
I	Ok. Dis-moi une prédiction des températures de tout ça.
S	Donc ça (substance A) c'est tout près de zéro, donc -0,5.
I	Donc -0,5 pour le A. Le B?
S	Ben ça c'est pas mal froid donc environ, proche de -40.
I	Ok. Puis le C?
S	Ça c'est (approche ses mains)
I	On va l'appeler C (l'azote liquide). Approche pas ta main, recule tes mains, fie-toi à ce que tu vois. (14 secondes silence)
S	L'eau euh, le liquide il s'en vas-tu? Ou euh, s'évaporer?
I	Toi tu penses qu'il s'en va?
S	(inaudible)
I	Moi je ne le sais pas
S	(rire)
I	Qu'est-ce que tu observe? Et qu'est-ce que tu comprends de ce que tu vois?
S	Euh. Ben ça c'est de l'azote liquide qui s'évapore, ça doit faire de l'azote. (9 secondes silence)
I	Ok toi tu dis c'est de l'azote liquide qui s'évapore...
S	(inaudible)
I	Tu dis c'est de l'azote liquide qui s'évapore...
S	Quin
I	Ok
S	Ça a encore fait encore plus de givre.
I	Ok. Alors tantôt tu disais que la glace sèche était plus froide que l'azote liquide parce qu'on l'a mise dans le congélateur. C'est ça?
S	hum
I	On a pris ça (azote liquide) puis on l'a mis dans le congélateur
S	...
I	Ça (azote liquide) tu penses que ça devient ça (glace sèche) c'est ça?
S	oui.
I	Ok. J'te pose la question comment ça se fait qu'il y a des bulles? Regarde d'en haut. Puis ce n'est pas sur une plaque chauffante. Tandis que de l'eau qu'on fait bouillir ça fait des bulles, mais sur une plaque chauffante.
S	Parce que ça (azote liquide) c'est super froid mais moins froid que ça (glace sèche)...

I	Ok
S	...puis la température ambiante c'est comme aussi froid que de l'eau normale la-dessus (sur la plaque chauffante) qui chauffe que... c'est à cause que c'est sûr que l'eau là à doit être, ça devait être proche 20 degrés quand tu l'as mis là?
I	Oui.
S	Puis sur euh...
I	Veux-tu qu'on prenne la température?
S	De ces trois là? Ouin.
I	Bien. Tu vas ajouter en bas (de la feuille d'observation des températures) « Bécher C ». Tu vas prendre la lecture. Regarde les unités, ça c'est la température de la pièce : 16,80C. (nous prenons la température du bécher C) C'est bon? À peu près ça, - 176°C? Écris ça?
S	ok
I	Puis ça (Bécher B) c'est supposé être à combien à peu près?
S	Moi je dirais que c'est moins.
I	Moins?
S	Je sais pas pourquoi mais...
I	Moins quoi?
S	Moins de...
I	Moins froid?
S	Ouin
I	Plus froid ou moins froid?
S	Moins froid.
I	Genre ça serait à combien?
S	J'sais pas moins 100
I	-100. Ok on essaye ça?
S	C'est sûr c'est pas moins 100. C'est sûr que c'est plus froid ou moins froid aussi. (inaudible)
I	C'est pas mal stable?
S	- 750C. C'est des Celsius ça?
I	Oui. Qu'est-ce que ça te dis tout ça? On a des température pour le bécher C dans les -175, pour le bécher B dans les -75 pis pour le bécher A, autour de zéro.
S	Est-ce qu'on pourrait faire la température de celui-là (le bécher A)
I	Le A?
S	Oui
I	Juste pour confirmer?
S	Oui
I	(On prend la température du bécher A) Ok dis-moi donc ce que tu penses, pendant qu'on attend que ça se stabilise, dis-moi ce que tu penses de ce que tu as vu jusqu'à date.
S	Ok celui-là ça fait pas mal le contraire comme qu'est-ce que je pensais.
I	Ok. Puis qu'est-ce que ça te fais, d'être le contraire...
S	Je savais pas que je disais des prédictions, un peu ce que je pensais mais euh, asteur que la vérité fait face
I	Ok.
S	J'apprends!
I	Ok. Puis euh, dans le fond c'est l'inverse de ce que tu pensais.
S	Oui. Ben je ne pensais pas que ça allait être aussi froid.
I	Ok
S	-175, tu touches à ça, tu gèles! J'sais pas!
I	Ben oui c'est très froid hein! C'est pour ça que je te conseille pas de toucher aux substances et que je prenais des pincettes.
S	Une chance que je n'y ai pas touché à ça.
I	Ben à - 75 c'est moins pire. (On note la température dans le bécher A : environ 00C) Ok. Moi je veux savoir, est-ce qu'on peut résumer ce que tu penses en disant que pour toi, la glace sèche

	est faite d'azote, c'est donc de l'azote solide, c'est à -75, puis le bécher C c'est de l'azote qui est liquide qui est à -175.
S	Mais ça tu dis que...
I	Ça est-ce que c'est... Moi je dis que c'est ça que tu penses.
S	Ok ouin.
I	Est-ce que t'es d'accord ou pas?
S	Bah là (rire)
I	J'essaie de résumer ce que tu penses par rapport à ce que tu vois...
S	(inaudible)
I	Est-ce que c'est ce que tu penses? Pour moi c'est important que tu me le dises. (silence 10 secondes)
S	J pense que ça (bécher B) c'est quand même de la glace de ça (Bécher C) pareil.
I	Attend : tu dis le bécher B, la glace sèche, c'est de la glace faite de l'azote. Ok. Et puis là t'en arrive à cette conclusion là après quelle réflexion dans ta tête? Comment t'en arrive à ça? Puis comment l'idée t'es venue en tête?
S	Ben de.. Répète-moi la question?
I	Toi t'en arrive à l'idée que ça (substance B) c'est de la glace de ça (substance C)
S	Ouin
I	Mais je veux savoir comment t'en arrive à cette conclusion-là. Puis c'est quoi ton niveau de certitude.
S	Ben j'ai déjà vu les deux. Puis là je les vois les deux en même temps.
I	Ok. T'avais jamais eu l'occasion de les voir en même temps.
S	Oui
I	Puis t'en arrive à cette conclusion là, mais comment, par quel chemin t'es passé dans ta tête pour arriver à la conclusion?
S	Ben ça fait la même boucane, fait que... Ça c'est un gros signe. Pis ça fait le même style de givre autour.
I	Ok
S	Même même même boucane
I	Est-ce que tu savais déjà avant aujourd'hui que c'était la même chose
S	Ben je m'étais jamais posé la question-là
I	Donc c'est aujourd'hui que t'en est venu à réflexion
S	Oui
I	Puis euh, quand tu penses à la façon que ça t'es venu tu te dis quoi? La façon que ça s'est placé dans ta tête? Tous ces éléments-là?
S	Ben, c'est sûr que c'est un bon moment de réflexion.
I	hum hum
S	Mais je sais pas, ça m'est venu comme ça. C'est... Ça m'est venu comme ça pis j'ai comme (rire)... Ça faisait du sens dans ma tête.
I	Ok. Puis tu l'as dit au moment où ça faisait du sens c'est ça?
S	Oui.
I	Genre, dix secondes avant que tu me le dises, ça ne faisait pas de sens encore.
S	Oui (rire)
I	C'est ça? C'est ça?
S	Oui. Pas mal oui
I	Alors on peut-tu dire que, finalement, je sais pas si t'es d'accord, mais on peut-tu dire que t'as inventé l'explication que les deux c'étaient la même chose...
S	oui
I	... à partir de ce que tu as vu. C'est tu ça?
S	oui
I	Parce que tu le savais pas avant. C'est-tu comme ça que tu le perçois?
S	Ouin. Oui oui. J'avais de la misère à le dire mais là tu viens de le dire là.
I	Ok. Puis penses-tu que... Comment dire. Quand ça t'es venu, tu penses-tu que t'es capable de te rappeler ce que t'as eu comme émotions quand t'as eu l'idée que c'était la même chose les deux substances?
S	bah...
I	Tu sais, comment t'as vécu ça en dedans?
S	Bah j'sais pas. Comment j'ai vécu ça... J'ai vécu ça comme. Ça a fait « ah! Ça pourrait p'tête faire ça ». Depuis ce temps-là, c'est pas mal ça que je pense.

I	Si je te dis, si on prend l'eau, et non l'azote. L'eau solide est en glace, l'eau liquide est en eau. Ça va de soi. Mais l'eau solide est plus froide que l'eau liquide. Ici...
S	C'est le contraire
I	C'est le contraire. Ça, est-ce que tu y avais pensé avant que je te le dise là.
S	Non. (rire)
I	Qu'est-ce que ça te fais que je te dise ça?
S	Ben c'est pas toi qui le dit c'est eux-autres même (les substances) (rire)
I	Ok donc d'après les résultats tu trouves que ce que je dis ça a de l'allure.
S	Mais... ouin... Mais
I	Mais pourtant tantôt tu me disais « c'est la même chose ». Même après avoir vu les résultats, tu me disais « j pense encore que ça (bécher B) et ça (bécher C), c'est la même chose. »
S	Mais c'est quoi que tu m'as dit qui m'a fait changer d'idée?
I	Là, je viens de te dire que l'eau solide est plus froide que l'eau liquide.
S	Oui
I	Tandis qu'ici, l'azote solide, comme tu l'appelles...
S	Oui mais ça fait peut-être un phénomène contraire.
I	Ok. Ça ferait un phénomène contraire à l'eau.
S	Oui
I	C'est-à-dire que quand c'est liquide, c'est plus froid que quand c'est solide.
S	Ben pour l'azote c'est ça que je sais pas (rire). C'est ça que, à date, je pense. Elle va servir à quoi cette eau là? (le sujet pointe l'eau qui bouille sur la plaque chauffante)
I	Ben elle ne sert pas à grand-chose, en fait c'était plus pour comparer l'azote qui fait des bulles avec l'eau qui fait des bulles. Dans le fond, j'te poserais la question « Pourquoi est-ce que l'azote fait des bulles même si elle n'est pas sur une plaque chauffante ». Mais tu m'as répondu en me disant que c'est très froid et l'air est pas mal plus chaud. C'est ça?
S	Oui
I	Je reviens à ma question : qu'est-ce que ça te fait de savoir que dans le cas des deux substances ça va à l'inverse de l'eau puis de la glace?
S	Bah... (rire)... C'est la première fois que je vois ça... Je vois ça comme. C'est sûr que c'est un apprentissage.
I	Tu comprends ce que je veux dire?
S	Oui, mais j'ai de la misère à le dire. (inaudible)
I	Parce qu'il y a quand même 100°C de différence. Tantôt tu disais « l'azote liquide on le met dans le congélateur pis ça fait de la glace sèche » Mais là ça tient tu encore ce que tu disais?
S	Euh! (inaudible)
I	Est-ce que c'est toujours comme ça qu'on fait de la glace sèche? On prend ça (azote liquide) et on met ça dans le congélateur?
S	Je me fie encore à la boucane.
I	Donc est-ce que je peux résumer ce que tu as dit?
S	Oui
I	Tu as dit plusieurs choses. Par exemple, t'as l'air convaincu que l'eau dans le A qui est glacée, c'est pas la même chose que la glace sèche qui est dans le B, d'ailleurs c'est toi qui a appelé ça « glace sèche » puis c'est pas la même chose que ce qui est dans le C
S	Mais ça fait la même boucane
I	Que...
S	que la glace sèche...
I	Ok. Euh. Alors t'as dit que c'était pas la même chose. L'eau puis l'azote, c'est pas la même chose. Euh t'as dit que à partir de l'azote liquide on faisait de la glace sèche en mettant ça dans le congélateur. Les deux faisaient une boucane, les deux font du givre et tu restes surpris que la glace sèche soit moins froide que l'azote liquide.
S	Oui
I	Mais tu dis que c'est peut-être que c'est parce que l'azote fait différent de l'eau, fait l'inverse. C'est tu ça que tu penses?
S	Oui
I	Ok. Y a-t-il une façon que tu vas pouvoir trancher puis expliquer ça. Parce que tu dis que ça fait l'inverse

	mais comment ça se fait que ça fait l'inverse?
S	Je sais pas (rire)
I	Pourquoi l'azote se comporte comme ça? Pourquoi l'eau se comporte comme ça? Comment ça se fait que l'eau liquide est pas plus froide que l'eau solide?
S	C'est peut-être une substance différente? Ça (substance C) c'est de l'azote mais ça (substance B) c'est peut-être pas de l'azote.
I	Attends pour le micro on va spécifier. Tu dis dans le C c'est de l'azote puis dans le B c'est peut-être pas de l'azote.
S	Oui
I	Donc là t'en arrive à une nouvelle piste
S	Oui
I	Qu'est-ce qui t'as permis de déclencher cette nouvelle piste-là?
S	Ben que c'est pas la même température puis que la glace, j'sais pas ça me mêle.
I	Quelle glace?
S	(inaudible) Il me semble ça ne se tient pas que la glace soit plus chaud que le liquide.
I	Pourquoi tu dis que ça ne se tient pas?
S	Ben messemble ça marche pas!
I	Tu dis « messemble »
S	il me semble
I	Oui oui, je comprends. Mais il y a quelque chose qui t'affecte qui te dit que ça a pas d'allure. C'est ça?
S	Oui
I	Oui mais c'est quoi? Comment ça se passe pour que tu dises « messemble que ça marche pas ». C'est quoi ton feeling de ça? Messemble que ça marche pas
S	Ben là chuis en pleine interrogations là. (28 secondes silence) (rire) (5 secondes silence) Attends un p'tit peu là. (rire). Ça marche pas parce que la glace messemble c'est gelé. Gelé c'est froid, pis c'est quelque chose qui, quand tu, de la glace, messemble c'est euh, un liquide, une substance glacée pis plus froide. J'sais pas (rire). C'est ça, j'pense que ça marche pas à cause de ça.
I	Fait que tu te fies sur l'eau?
S	Ouin
I	Tu te dis « messemble, si c'est de même pour l'eau, ça devrait être de même pour d'autres choses »?
S	J'ai changé beaucoup d'idée hein depuis le début?
I	Comment tu vois ça tes changements d'idées?
S	Ben c'est à cause que au fur et à mesure y'a des informations
I	Qu'est-ce qu'il y a eu comme information à part la température?
S	Température, ben il y a eu ça de plus. Il y a eu pas mal de réflexion.
I	Puis en réfléchissant, ça t'amène à changer d'idée tu trouves?
S	Ouin
I	Puis tes idées, dans ta tête, comment elles arrivent?
S	Y arrivent vite
I	Comment ça travaille dans ta tête? Ça arrive vite? Vite pour toi c'est... Peux tu... Tu peux-tu donner une vitesse?
S	non (rire)
I	Un temps... En combien de temps est-ce qu'une idée arrive?
S	Non mais... Depuis le début ça fait combien de temps?
I	On parle depuis 42 minutes.
S	Au début je pensais que le B c'était à moins 35 puis que c'était plus froid que l'azote liquide. L'azote liquide est 100 degrés de plus. 100 degrés de plus.
I	Puis même au début début tu hésitais à savoir si c'était chaud ou froid.
S	Ouain tu m'as dit c'est tu chaud ou froid ça?
I	Ok
S	En tout cas, là, il n'y en reste plus
I	Puis les idées qui changent, quand ça arrive, c'est un bonne affaire ou pas?
S	Ben peut-être que si j'avais toute eu les informations dans la face au début peut-être que j'aurais pensé, j'aurais fait le même processus que j'ai fait depuis que on les a mesurées, les températures. Ça fait quoi au moins dix, quinze minutes qu'on les a mesurées?

I	humhum
S	Après dix ou quinze minutes j'aurais peut-être été au raisonnement que chuis là, si on les avait eues au début.
I	Puis en fait ça fait longtemps et il n'y a même plus de liquide (substance B)
S	Ça s'est tout évaporé
I	Ça s'évapore même si c'est froid comme ça?
S	À cause de la chaleur
I	La chaleur de quoi?
S	Cette eau là (bêcher d'eau bouillante) elle s'évaporerait pas s'il n'y avait pas de chaleur mais là elle a eu de la chaleur. Mais ça (substance C) c'est tellement froid que la chaleur de 16,8 de l'air ambiant ça fait comme la chaleur de ça.
I	Ok. Là dans tout ça, qu'est-ce qui te laisse encore mal à l'aise un peu. Que tu vas quitter ici puis tu vas dire : « Ben ça, je l'ai toujours pas su ». Qu'est-ce qui manque dans ton puzzle?
S	Ben savoir c'est quoi les...
I	Ok si je les nommais?
S	Ouin
I	c'est du krypon
S	C'est tu ça?
I	c'est du krypon, je viens de nommer. C'est du krypon.
S	C'est vraiment ça?
I	Ici c'est du krypon, puis ici c'est du adaman
S	ben là (rire)
I	Est-ce que krypon et adaman c'est la même chose? Tu comprends que le nom de la substance. C'est un nom mystère en ce moment. Dans le fond j'essaye de voir toi par rapport à ce que tu connais par rapport aux choses de la vie, à quoi ça te fait penser. C'est à toi de le baptiser. Si tu trouve que ça a l'air de l'azote, appelle ça azote ça me dérange pas. Tu me demandais ce qu'il te manque, c'est le nom. Dans le fond, si je nommais la chose peut-être que ça pourrait te rassurer mais j'aimerais que, au-delà du nom, tu puisses expliquer ce qui se passe. Tu me suis?
S	Ben...
I	Donc c'est quoi l'élément du puzzle qui te manque, à part le nom?
S	Ben rien. Si j'avais le nom, je pourrais dire quelque chose. Ben là... Je t'ai pas mal tout dit ce que je pensais
I	Je comprends mais reste qu'il y a un problème dans le sens que tu continues à penser que les deux (B et C) c'est la même chose puis que lui (B) c'est l'objet glacé de lui (C) mais que la température va à l'inverse de l'eau. Alors qu'est-ce que tu décides? Est-ce que tu décides que c'est comme ça que ça marche dans la vie? Que les substances qui gèle, c'est-à-dire qui sont solides à des températures plus chaudes que liquides. Puis l'autre question que je pourrais te poser, c'est est-ce que ça serait possible que la glace soit plus chaude que l'eau?
S	Ben là si c'est la même substance, ça a l'air à être ça. Ben si ça l'est pas, peut-être pas.
I	Ok. Trouves-tu que tu as quand même hésité pas mal?
S	Ouin c'est ça.
I	Puis à ton avis, ça signifie quoi des hésitations?
S	(rire) (inaudible)
I	Si on était capable d'interpréter le silence des hésitations, qu'est-ce qu'on trouverait?
S	Un changement d'idée. Non un...
I	Un changement d'idée. Est-ce que c'est ce qu'on retrouverait...
S	Un « insavoir »
I	Ok!
S	J'sais pas
I	Pendant une hésitation, qu'est-ce qui se passe dans une tête généralement. Non non, dans la tienne. Qu'est-ce qui se passe, pendant tes hésitations.
S	Un réfléchissement intensif. Euh. L'autre jour, je savais un peu quelque chose. Ben là c'est en plein dans le ...plus loin.
I	Est-ce que tu le sens ça tu sais le niveau d'incompréhension? Est-ce que tu le perçois ça?
S	non

I	Tu sais quand quelque chose, t'es sur le bord de comprendre versus quelque chose d'autre que « ayoye ça ça me dépasse » Comment tu le perçois ça?
S	Ben là ça me dépasse rare!
I	Ok. Ben tu te sens comment en dedans? Dans ta tête c'est tu qu'il y a plus d'images qui passent en même temps? Je veux pas te dire comment ça se passe c'est à toi de me le dire.
S	(rire) en tout cas. Je suis lent dans ma tête. Chuis lent mais ça va vite.
I	Qu'est-ce que tu veux dire « t'es lent mais ça va vite »?
S	Je pense lentement mais là ça vite par lentement ça fait que ça va peut-être à la même vitesse que quelqu'un qui pense vite mais qui pense lentement.
I	Ok. Dans le sens que ça va prendre du temps avant que t'arrives à une idée mais il s'est passé beaucoup de choses?
S	(rire)
I	Est-ce que t'es confortable la-dedans? T'aimes-tu ça ou t'aime pas ça?
S	Au début c'était une bonne intrigue. Mais là je commence à être intrigué par l'intrigue pas mal.
I	ok, tu commences à trouver ça un peu...
S	Rock and roll
I	Ok dans le fond j'ai dit que tu avais hésité beaucoup mais j'ai pas vraiment noté si tu avais hésité beaucoup, c'était plus pour voir ce que tu pensais de tes hésitations.

Sujet 7

Durée : 45 :51 I = Intervieweur; S : Sujet; (Inaudible): les propos sont incompréhensibles; (commentaires) : les commentaires sont entre parenthèses

Transcription du dialogue	
I	Alors j'ai préparé deux bécchers il y a 10 minutes. Ok ils étaient vides et secs il y a 10 minutes puis là je les ai remplis. Il y a le béccher A et le béccher B. Dans le fond... Je te rappelle que je prends des notes aussi, alors gêne toi pas pour parler quand même. Moi j'aimerais ça savoir d'abord, est-ce que tu penses que les deux substances qui sont là dedans, est-ce que ce sont les mêmes substances à ton avis?
S	Oui.
I	Ok. Mêmes substances?
S	Oui c'est de l'eau puis de l'eau
I	Comment t'en arrive à ça?
S	Ben messemble le A on dirait de la glace, puis le B aussi mais avec plus d'eau. Le A il est un petit peu fondu.
I	Et le B il a...
S	C'est comme des glaçons aussi mais sont pas aussi transparents que le A
I	Ok. Est-ce que c'est de la glace?
S	Hmm oui
I	Ok donc c'est la même chose?
S	Oui c'est la même substance mais le B elle a plus.. Elle a plus été froide...
I	Qu'est-ce que tu veux dire par là : « elle a plus été froide »?
S	Peut-être que... hmm... P'tête que le premier... P'tête, ben... Comme euh... dans le congélateur, ça refroidi plus que dans le réfrigérateur. L'air environnante était plus froide.
I	Dans quoi?
S	Hmm
I	À quel endroit?
S	Ben où que le pot a été mis, déposé.
I	Ok. Comme je te l'ai dit, il y a 10-15 minutes quand je les ai préparés, les deux bécchers, les deux contenants, ils étaient secs, je veux dire, ils sortaient de l'armoire. Je les ai sortis ET j'ai mis le contenu dedans. Donc j'ai pas mis les bécchers eux-mêmes dans un congélateur.
S	On dirait aussi un peu comme qu'il y a de la neige
I	Qu'il y a de la neige? Où ça?
S	Dans le B
I	Dans le B?
S	Ben comme un peu sur les glaçons, sont plus blancs, puis y'a comme des choses de collées dessus.
I	Ok. Bonne observation. Puis comment t'expliques la présence de cette neige là?
S	C'est peut-être un autre sorte de produit que quand ça gèle ou quelque chose comme, quand il devient plus froid, ça créer cette affaire là. Puis l'autre (A), on dirait juste de l'eau normale gelée.
I	Là tu viens de changer d'idée là
S	Ouain
I	Tu viens de dire c'est peut-être une autre sorte de produit
S	Ouais ça doit être une autre sorte de produit
I	Ça serait pas de la glace
S	Hmm ben de la glace, mais de l'eau avec un autre produit qui ferait créer ces affaires-là, les affaires blancs
I	Donc de l'eau mélangée à autre chose?
S	Ouain
I	Qui est glacé?
S	Ouain. Le A ça pourrait être de l'eau normale
I	Puis ça pourrait être quoi l'autre chose avec l'eau qui fait glacer?
S	Hmm. Ça serait pas de la neige parce que ça aurait fondu avec l'eau... Je sais pas trop c'est quoi... Parce que des fois dehors l'hiver je vois de la glace avec quelque chose comme ça mais je ne sais pas c'est quoi. C'est peut-être un phénomène naturel.
I	Tu dis « dehors l'hiver tu vois ça » À quel endroit? Décris moi dans quel contexte ça se passe.
S	Ben je sais pas si c'est exactement ça. Ben des fois, du toit, il y a des glaçons qui pendent; il y en a des plus transparents, puis il y en a des plus blancs avec de la neige de collée un peu on dirait
I	Ok. Puis tantôt, il n'y en avait pas autant de neige hein? Comment, comment elle se fait, cette neige-là?

S	Euh... Avec le froid. Ben c'est peut-être quand ça gèle. C'est peut-être aussi, des fois la neige elle tombe en, ben c'est plus de la neige là, c'est comme des petits glaçons. Ben ça tombe comme on dirait que c'est de la neige mais c'est vraiment petits glaçons... (du grésil?) c'est peut-être ça qui est gelé ensemble.
I	Ok. Puis cette idée-là, elle s'est présentée comment à toi?
S	Ben, c'est plus avec la couleur on dirait.
I	Tu te fies à la couleur? Tu dis « ça pourrait être ça »?
S	Oui.
I	Puis comment ça que tu n'y a pas pensé dès que tu l'as vu au départ?
S	Hmm. Ben j'avais comme plus d'autres idées qui semblaient mieux
I	Puis là cette idée-là que c'est peut-être... que les morceaux de glace c'est du grésil c'est ça?
S	Oui...
I	C'est idée-là que c'est du grésil qui a été mis ensemble, elle t'est venu après...?
S	Oui
I	Ok. Quand tu cherchais une autre idée ou elle est venue comme ça, elle s'est imposée?
S	Ben elle est un peu venue toute seule.
I	T'as pas cherché pour. Elle est venue toute seule. Puis quand tu l'as pensée tu me l'as dite...
S	Oui
I	Ok. T'es allé la chercher où? Y as-tu fallu que tu l'appelles cette idée-là? Comment ça se passe quand une idée te vient en tête?
S	Ben des fois je pense à quelque chose. Ça pourrait peut-être être ça... Puis... Ben je regarde si ça pourrait être réel ou ça se peut pas. Si ça semble être correct, je le dis
I	Puis là... Ici, tu observes que dans le fond il y a de l'eau, puis lui, tu peux pas y toucher mais je l'incline là... Là dans le fond, y a-tu de l'eau? Non il n'y a pas l'air d'avoir de l'eau hein! Comment ça se fait qu'il n'y a pas d'eau? Tantôt tu disais que c'était peut-être de l'eau ou de l'eau mélangée à autre chose. Comment ça se fait qu'il n'y en a pas?
S	Ben c'est peut-être... Un autre substance qui est gelée mais qui ne fond pas...
I	Euh, tantôt tu disais c'est peut-être un autre produit qui est mélangé à l'eau
S	Ouain qui. On pourrait dire comme l'eau ça a fait geler mais l'autre produit ça empêche de fondre
I	Il y aurait-tu de l'eau avec ce produit-là?
S	Euh... Comme l'eau plus proche... serait mélangée puis là le produit gèle avec l'eau il peut plus, ça peut plus fondre à cause du produit qui reste gelé ou qui est trop froid.
I	Ok. Puis un produit qui empêche l'eau de fondre, tu connaissais-tu ça?
S	Non
I	Puis est-ce que c'est ça que tu penses qu'il y a là dedans?
S	Ça se pourrait...
I	Puis comment il réussit à faire ça le produit?
S	Ben p'tête qu'il attire le froid puis... Il reste comme pris dans le glaçon
I	Ok donc il attirerait le froid
S	Oui, il attire le froid puis ça empêche le glaçon de fondre. Ou peut-être qu'il fait juste éloigner la chaleur pour garder les glaçons, ben garder l'eau glacée
I	Là tu dis « peut-être qu'il attire le froid, peut-être qu'il éloigne la chaleur »...
S	Oui... Parce que les deux ça pourrait marcher
I	Les deux ça pourrait marcher... Pourquoi c'est important, à ton avis, qu'il éloigne la chaleur?
S	Hmm... p'tête qu'il fait quelque chose de spécial quand c'est gelé puis là quand il gèle il fait ça pour qu'il reste comme ça pour qu'il puisse faire une autre chose...
I	Puis c'est quoi à ton avis la différence entre de l'eau gelée puis pas gelée?
S	Hmm... C'est l'eau pas gelée elle peut se séparer, mais l'eau gelée aussi mais c'est plus dur. C'est plus collé ensemble.
I	L'eau elle est plus collée ensemble?
S	Oui.
I	Puis dans la substance B, l'eau est gelée solidement là! C'est ça que tu penses?
S	Oui
I	Puis finalement, à savoir pourquoi il y avait de l'eau dans le fond du béccher A, pas dans le B, toi tu me disais que c'est parce que l'autre produit qui était avec l'eau faisait en sorte que ça restait gelé.
S	Ouain

I	Si on revenait dans une semaine, de quoi aurait l'air les deux béciers à ton avis?
S	A ça serait de l'eau, ça aurait tout fondu. Euh le B ça pourrait peut-être être de l'eau parce que si ça attire le froid, à la longue, comme il y en a moins,
I	Il y a moins de...
S	Ben moins de froid vu que comme vu que ça l'attire, comme à force de l'attirer il y en a moins autour
I	Ok. Tu penses que ça attire le froid autour? C'est ça?
S	Ben le froid autour puis aussi le froid que dégagent les glaçons. Comme l'eau quand ça a gelé c'est froid, puis ça dégage le froid puis lui peut-être qu'il attire ça pour garder le glaçon gelé.
I	Face à ma question, là tu viens de me donner une explication. Comment.. Comment t'es arrivé à cette explication-là?
S	J'ai repensé au produit. Puis je me suis dit, si ça attire le froid, il pourrait fondre parce qu'il n'y a pas infiniment de froid...
I	Il n'y a pas infiniment de froid où? Autour?
S	Ouain il n'y a pas infiniment de froid autour puis peut-être qu'à la longue ça en dégage pas assez pour le garder toujours gelé.
I	Ok. Si tu avais à donner disons une idée de la température des deux substances, ça serait quoi à ton avis?
S	A ça serait comme aux alentours de 0 puis 1 parce que l'eau ça fond, comme à 1 dans ce tour là. Puis B ça serait dans les moins 2 quelque chose. Parce que quand tu l'as mis sur le côté, ça faisait comme de la boucane. On dirait que c'était froid là. Un peu comme quand on respire. L'air est froide ça fait de la boucane
I	Donc toi, -2, ça ne te surprendrait pas, si c'était à -2?
S	Non
I	C'est ça?
S	Oui. Puis à la longue ça va se réchauffer. Puis ça va rejoindre l'eau mais ça fond plus lentement
I	Plus lentement que le A
S	Oui l'eau normale
I	Ok à la longue
S	Oui
I	Veux-tu qu'on prenne la température? (nous observons les températures A=0,7°C B=-75°C) Comment tu réagis face à cette température-là?
S	C'est bizarre
I	C'est bizarre. Tu trouves ça bizarre...
S	Que ça soit aussi froid que ça... Puis il fait quand même chaud, l'air environnant
I	Puis tu te disais ça devrait pas être si froid que ça s'il fait chaud
S	Ouain
I	Fait que comment t'explique ça alors? Parce que là, on peut pas nier le thermomètre?
S	Ben...
I	Comment c'est possible?
S	Peut-être que... Comme que qu'est-ce qui a dedans c'est tellement froid... ça reste... Ça fait geler l'eau... comme ça maintient cette température-là
I	Parce que c'est tellement froid?
S	Oui c'est tellement froid que...
I	Tu parles du produit qui est avec l'eau?
S	Oui, ça fait rester tellement froid comme la chaleur elle peut pas rentrer. Ça empêche de fondre
I	Parce que c'est trop froid...
S	Oui. Puis là, quand le froid il se dissipe, ça peut commencer à fondre.
I	À la longue après...
S	... un certain moment
I	Le froid il sort
S	Oui
I	Puis euh... C'est quoi ton niveau de certitude par rapport à ton explication, de 1 à 5, 5 étant je suis très certain.
S	1.8 ou 2 là!
I	T'as certaines réserves t'as des doutes
S	Ouain
I	Puis comme l'explication, c'est celle-là qui s'est présentée en premier à toi?

S	Oui
I	Tu t'es dit : « c'est très froid puis c'est à cause de ça »
S	Ça m'a l'air comme ça, j'aurais dit quelque chose comme ça
I	Puis l'explication, c'est parce que le produit, il retient le froid, c'est ce que tu me disais tantôt, est-ce que c'est toujours ce que tu penses?
S	Oui ça pourrait... Ça dégage quand même beaucoup de froid puis lui il le retient dans le bécier
I	T'en connais-tu des produits qui font ça?
S	Non
I	C'est la première fois que tu vois ça?
S	Oui
I	Ok. (je finis mes manipulations). Je prends un morceau de glace A et un morceau de glace B. Donc j'ai mis un morceau de chaque sur la surface. Lui (A) il fait de l'eau puis lui (B), il en fait pas. Alors tu penses que lui, qu'est-ce qu'il a de spécial le morceau B?
S	Ben il est avec un produit spécial, puis ça fait peut-être aussi que ça amplifie le froid, ça devient plus froid.
I	Le froid devient plus froid
S	Euh ben... Comme l'eau elle devient plus froide. Comme les glaçons, ils gèlent plus vite, ils dégagent plus de froid.
I	Ok. Tu penses-tu qu'on pourrait en mettre sur du glaçon pour qu'un glaçon soit plus froid?
S	Hmm non, parce qu'il faudrait qu'il gèle comme... qu'il gèle avec lui
I	Il faudrait que le produit gèle avec...
S	Oui comme si on en mettrait du produit dans l'eau, ça fait qu'on ferait geler l'eau
I	C'est quoi ton niveau de certitude par rapport à ton explication à savoir que ça contient de l'eau mais un produit chimique en plus.
S	Aux alentours de 2.5 ou 2
I	2.5 ou 2. Autrement dit, tu penses plus que ça contient pas ça, que ça contient ça.
S	Ben de l'eau normale, c'est presque impossible que ça vienne froid de même même si on fait geler,
I	Avec de l'eau normale, tu penses qu'on peut pas faire ça
S	À moins qu'on l'ait mis dans une pièce comme très froide, ou dans une machine qui dégage beaucoup de froid, mais je ne pense pas que de l'eau puisse faire ça même si elle gèle puis qu'elle devienne vraiment froide
I	Tu penses pas qu'elle puisse faire quoi?
S	Ben.. être gelée comme ça, comme elle fond jamais. Parce que même de l'eau qui serait très froide, elle finirait par fondre.
I	Ok. Regarde la petite neige qui est dessus. Je l'enlève puis...
S	On dirait que ça flotte un peu
I	Ok. Hmm. Je vais essayer de résumer ce que tu penses, tu me diras si tu es d'accord. Toi tu dis que dans les deux contenants il y a de l'eau mais elle est pas à la même température puis dans le B elle est pas mal plus froide parce que quand on l'a fait geler on l'a fait geler avec une substance, un produit chimique, qui fait que ça garde le froid. Ça garde le froid, c'est pour ça que ça fond pas. Puis même si on voulait refroidir de l'eau ben froide, on y arriverait pas, ça prend le produit chimique. Est-ce que c'est à peu près ça que tu penses?
S	Oui. Aussi ça pourrait être complètement... juste un autre produit.
I	Ok pas d'eau
S	Ouain pas d'eau
I	Ok là tu viens de penser à ça ou ça fait une demie-heure puis tu me caches ça là ! Ça fait combien de temps que tu penses à ça?
S	Ben 2-3 minutes
I	Puis qu'est-ce qui t'as fait penser à ça?
S	Que même si ça touche au comptoir, ça fond pas, puis on dirait que ça flotte un peu...
I	Le fait que ça flotte, ça t'as fait pensé à...
S	Comme si il y aurait de l'eau, même si... il faut quand même beaucoup d'eau pour que ça gèle mais pas beaucoup s'il y a beaucoup d'eau ça serait trop d'eau pour que ça bouge comme ça.
I	Donc le fait que ça flotte, puis le fait que ça fonde pas tu t'es dit que p'tête que finalement...
S	... c'est un autre produit, un produit chimique
I	Y'a pas d'eau. Puis l'idée, quand elle a germé dans ta tête, comment tout ça s'est mis en place? Comment le puzzle s'est construit?

S	Mais au début je pensais que du produit chimique avec de l'eau pour que ça gèle, puis si c'est un produit chimique qui est déjà gelé, qui est fait comme ça, ça se pourrait.
I	Donc un produit chimique qui a l'air de ça
S	Ben oui, ça se pourrait. Ou...
I	Ok.. puis l'idée est arrivée dans ta tête parce que tu t'es dit « aie ça flotte! » c'est spécial
S	Ben un peu. Mais au début je pensais comme, il fallait de l'eau, on aurait pris de l'eau avec un produit pis ça aurait peut-être gelé, mais ça pourrait être juste un produit. Juste un produit qu'on a fait geler
I	On l'a mis dans un congélateur
S	Oui
I	Puis... Est-ce que tu trouves que le morceau a rapetissé?
S	Oui
I	Il est rendu où?
S	Il s'est peut-être évaporé dans l'air
I	Ok le produit chimique?
S	Oui
I	Ça fait que là, on est-tu en train de le respirer?
S	Hmm... Peut-être que ça fond pas mais ça s'évapore, on peut pas voir l'eau qui fond
I	Donc c'est tu de l'eau ou pas?
S	Non... Oui oui oui... C'est de l'eau. Comme p'tête de l'eau puis qu'on a mis un produit pour qu'il reste froid mais ça s'évapore dans l'air; ça fond pas mais ça s'évapore dans l'air.
I	Ok. Là tu viens de changer d'explication encore
S	Oui
I	Ok. Qu'est-ce qui t'as fait changer d'explication?
S	C'est comme, le produit, il rapetisse mais il va pas rien fondre. Peut-être qu'il s'évapore dans l'air. Il rapetisse mais on voit pas qu'il est en train de fondre
I	Là quand j'ai mis ton attention sur le fait qu'il avait rapetissé, ça ça a déclenché quelque chose, ça se peut-tu?
S	Oui
I	Puis comment ça s'est passé, en termes de secondes. T'as pensé... Comment ça s'est passé dans ta tête parce que là t'as eu une réaction « ah! je pense que je viens de comprendre » Quelque chose comme ça. Ça se peut-tu?
S	Oui c'est comme parce que, il rapetisse depuis tantôt mais on peut, on voit rien. Si on s'attarde pas, c'est comme je l'avais pas vraiment remarqué.
I	Ok. Mais là quand tu penses à ça tu dis ben il est pas disparu de l'univers!
S	Oui..
I	Il est quelque part le morceau
S	Oui... il est rendu quelque part. Il doit s'évaporer parce que je vois pas d'autres manières qu'il aurait pu faire rapetissé sans qu'on voit rien
I	Ok sauf que quand il s'évapore, ça se peut qu'on le voit pas
S	Oui. Puis comme l'eau des lacs, comme des fois ça s'évapore... ben ça s'évapore puis on voit pas vraiment
I	Ok ben là t'as encore changé d'idée mais je vais essayer de résumer ce que tu penses finalement. Tu dis que dans le bécier A c'est de la glace puis dans le bécier B c'est de la glace mais c'est de l'eau puis un produit chimique qui fait en sorte que l'eau au lieu de fondre elle s'évapore.
S	Oui
I	C'est ça que tu penses?
S	Oui
I	Puis là ton niveau de certitude est-ce qu'il est le même que tantôt
S	Non, il a augmenté aux alentours de 3
I	Ok, donc t'es un peu plus certain que tantôt
S	Oui ça a plus d'allure
I	Ça a plus d'allure pour toi... Comment t'arrive à juger que là ça a plus d'allure?
S	Ben parce que c'est comme... ben... que même s'il est très froid ça fondrait quand même un moment donné, parce que juste la glace normale, ça fond vite. Même s'il est avec un produit, ça aurait peut-être fondu. Puis là ça a rap... La glace dans le B...ben ... il rapetisse puis là on voit pas d'eau rien.
I	Toi quand tu considères cette explication-là, tu dis : « ça a quand même de l'allure »
S	Oui. Ça a pas 10 000 façons de disparaître

I	Si je disais, ben la substance, elle disparaît par magie. Qu'est-ce que tu penses de mon explication?
S	Euh.. Ben, c'est pas réel vraiment.
I	C'est pas réel... Est-ce que t'accordes plus ou moins de valeur que la tienne?
S	Euh... Moins
I	Moins de valeur?
S	Parce que c'est pas vraiment une explication scientifique
I	La tienne tu la trouves quand même scientifique?
S	Ben peut-être pas scientifique mais, comme, c'est plus expliqué, c'est plus réel
I	C'est plus un reflet du réel?
S	Oui
I	De la réalité? On passe à un autre phénomène parce que le temps passe... (je prépare les béchers) Bécher B (azote liquide) et bécher A (eau bouillante). À ton avis est-ce que les deux substances sont les mêmes?
S	Euh... le A on dirait de l'eau. Le B ça pourrait être aussi de l'eau. Les deux seraient de l'eau
I	Ok. Et comment t'en arrive à ça?
S	Le A c'est comme un peu transparent puis ça ressemble à l'eau qu'on voit toujours puis qu'on boit.
I	Puis le B lui? Tu peux regarder au-dessus si tu veux
S	Ben c'est comme c'est blanc, ben de l'eau c'est pas toujours transparent.
I	Ok. Donc ça pourrait être de l'eau même si c'est pas transparent, elle pourrait avoir une teinte... une teinte blanche
S	C'est plus celle du A, que le B...
I	Ok. Puis tu vois il a des petites bulles
S	Hmm
I	Tu vois tu? Comment ça se fait qu'il y a des bulles même si c'est pas sur une plaque chauffante? De l'eau, pour que ça fasse des bulles, faut la chauffer?
S	Oui... (silence)
I	Qu'est-ce que tu te dis là
S	Ben comme p'tête comme quand on l'a sortie du... Comme p'tête dans quelque chose c'était chaud ou froid puis quand on l'a sorti ça a fait une réaction. Ou ça pourrait peut-être être un produit que, quand on le garde au froid, ça fait rien, quand on le sort, ça donne une réaction.
I	Un produit qui réagit à la chaleur...
S	Oui. C'est comme, ça bouillonne un peu quand la chaleur rentre en contact
I	Puis tantôt tu disais que c'était de l'eau. Est-ce que c'est encore de l'eau le produit? Est-ce que ça se pourrait que c'est l'eau qui fait ça?
S	Ben je pense pas que de l'eau ça fasse ça, même si comme c'est pas encore gelé mais c'est très froid, puis on le change de chaleur. Ça fait pas vraiment de réaction comme ça. Je vois pas vraiment comment ça aurait pu faire pour faire ça. Ça serait peut-être plus un produit. Je pense que ça (A) ça doit être de l'eau
I	Et ce produit là, à ton avis, c'est quoi sa température? On va la noter
S	Ça doit être froid...
I	Ok donne nous un ordre grandeur. Fais une prédiction
S	Hmm moins 10
I	Moins 10
S	Ouain
I	Ok.
S	Ben non p'tête plus... Moins 25 – 30
I	Moins 25-30?
S	Ouin
I	Ben par rapport à tantôt... tantôt le B c'était à moins 55
S	Ben chuis pas sûr parce là qu'on dirait c'est froid. Pour faire ça faut quand même que ça soit froid, puis comme l'autre c'était moins 55 puis ça faisait un peu... ça faisait comme un peu ça. Peut-être aux alentours de ça, 60.
I	Moins 60?
S	Oui moins 60
I	Ok (nous observons les températures : A=101, 1°C B=-174°C) Ok. C'est quoi ta réaction face aux températures?

S	Euh... Ben le B c'est beaucoup plus froid que je le croyais
I	T'avais dit autour de moins 50 c'est ça?
S	Ouais autour moins 50 c'est ça. J'me disais ça aurait monté mais j'pensais pas autant
I	Quoi? Scuse?
S	Je pensais un peu que ça allait monter, que ça allait dépasser de 20 maximum, mais pas jusqu'à 174.
I	Ok. Puis t'es surpris de ça?
S	Oui
I	Puis est-ce que ça change ton explication ou ça reste la même explication que tantôt?
S	La même
I	Donc pour toi c'est toujours une substance... Comment t'avais dit ça déjà? C'est toujours un produit qui réagit à la chaleur quand on le sort
S	Oui
I	Puis quand il réagit à la chaleur il fait quoi?
S	Ben comme on voyait qu'il bouillonnait, il y avait plein de bulles qui sautaient, un peu
I	Puis euh... C'est quoi le rapport avec les bulles?
S	Euh... ben peut-être que la chaleur, vu qu'il était froid, quand la chaleur elle y touche, c'est comme un peu quand on fait bouillir de l'eau, y'a plein de bulles. Vu que l'eau était très froide, ça remonte, ça sortait de l'eau même
I	Qu'est-ce qui sortait de l'eau?
S	Les bulles, comme quand tu l'as apporté, ça sortait de l'eau. Même que les bulles ils sortaient de l'eau.
I	Ils sortaient de l'eau parce que?
S	Comme vu que c'était très froid, c'est comme quand on fait bouillir de l'eau, c'est... ça bouille, puis là ça bouille... ben, là vu que l'eau était très froide, était peut-être froide, ça réagit plus que comme si l'eau elle serait à température normale.
I	Hmm.. Donc vu qu'il y a bulles... Vu que c'est très froid, ça fait des bulles comme l'eau bouillante...
S	Oui
I	C'est ça que tu penses?
S	Ben... C'est peut-être quand que ça rentre en contact avec la chaleur... Comme... L'eau a veut plus s'éloigner.
I	L'eau elle veut un peu s'éloigner des produits chimiques?
S	Non la chaleur, elle veut... ben le froid veut pas entrer en contact avec la chaleur. Ça fait des bulles puis là ça saute... Ça bouillonne là...
I	Ça là, ce que tu viens de me dire, pour expliquer les bulles, tu viens de me dire que le froid veut pas entrer en contact avec la chaleur fait que ça fait des bulles puis ça sort, ça tu viens tu juste d'inventer ça cette explication là?
S	Ben... Un peu parce que, quand on fait bouillir de l'eau, ça fait plein de bulles mais, ils sortent pas de l'eau
I	Les bulles sortent pas de l'eau?
S	Ben... non.
I	Qu'est-ce qu'elles font les bulles?
S	Comme ils partent d'en bas puis ils remontent en haut.
I	Ok mais rendu en haut elles sortent pas?
S	Non. Ça fait qu'au début quand tu l'as apporté ça faisait plein, les bulles sortaient, l'eau était vraiment plus froide que quand on le fait bouillir normalement puis là le froid voulait s'éloigner de la chaleur puis a bouillonnait plus (+).
I	Ok. Ce contact là entre le froid puis le chaud, puis la présence des bulles dans un liquide aussi froid, ça est-ce que tu viens de mettre ça tout ensemble pour la première fois? Ou c'est quelque chose que tu savais que c'était comme ça que ça fonctionnait?
S	Ben je savais que quand on fait bouillir de l'eau ça fait comme là, mais j'ai comme un peu déduit que quand l'eau est plus froide, ça pouvait bouillonner plus
I	Ok. Et t'as déduit ça en l'observant
S	Oui
I	Puis tu l'as observé puis tu t'es dit « eh ça bouillonne plus... ». C'est-tu ça?
S	Oui

I	Ok. Ça s'est passé vite ou... Comment ça s'est passé?
S	Ben comme, plus que ça allait plus que ça bouillonnait moins pis là, il y a plus vraiment de bulles.
I	Dans de l'eau qui bouille, prend le béccher A, qu'est-ce que... Si tu pouvais arrêter ça puis analyser ce qu'il y a dans une bulle, qu'est-ce que tu verrais?
S	De l'air
I	De l'air... Puis là-dedans, dans le B? Ben là il n'y en a plus mais si tu pouvais analyser une bulle qui monte, qu'est-ce que tu verrais?
S	Sûrement de l'air aussi
I	De l'air aussi. Ok. Je vais essayer de résumer ce que tu penses, tu me diras si t'es d'accord. T'as dit que dans le B, c'est un produit chimique que quand le sort, puis qu'on le met en contact avec l'air, il devient super froid puis il bouille. Le produit chimique, avant qu'il soit en contact avec l'air, il bouillait? Il était comment?
S	Ben ça pourrait être juste être de l'eau
I	Ok le produit chimique plus de l'eau, quand je l'ai apporté
S	Pas... Ben la même forme que l'eau, liquide... liquide... mais quand... mais très froid comme ce que -174 l'eau elle serait gelée. Ben vu que c'était le produit peut-être il gelait pas puis quand on l'a sorti, ça a commencé à bouillonner à cause de la chaleur puis le produit se réchauffait.
I	Ok. Le produit se réchauffait. Donc euh... Puis c'est ça qui explique que c'est aussi froid et que contrairement à l'eau qui bouille (A) là-bas, ça n'a pas besoin de chaleur parce c'est avec le contact avec l'air, le froid... euh c'est-à-dire le chaud va pas rentrer dans le froid. C'est-tu à peu près ça?
S	Oui.
I	Ok. Trouves-tu que t'as eu beaucoup d'hésitations? J'ai quand même observé que t'as hésité assez souvent. Est-ce que ça se peut?
S	Oui.
I	Qu'est-ce qui se passe dans ces hésitations là?
S	C'est comme au début chuis moins sûr de ce que je dis, j'essaye d'essayer de trouver d'autres explications, mais plus que ça va... Quand que j'en trouve pu, je suis comme... quand j'en trouve plus, je trouve celle que... Ben j'essaye d'en prendre une, j'essaye de prendre celle qui a le plus de sens.
I	Puis comment tu la reconnais celle qui a le plus de sens?
S	Ben c'est comme celle que je choiserais là... Pour si, j'aurais une question dans un examen...
I	T'arrêtera sur celle-là
S	Oui
I	Ok. Puis est-ce que ça arrive des fois que la première qui te vient à l'esprit c'est la meilleure?
S	Des fois... comme je pense à d'autres choses mais quand je réfléchis plus ça a pas vraiment de sens...
I	Quand tu réfléchis plus
S	Quand je réfléchis plus aux... Comme je pense à des idées puis je réfléchis plus puis je vois... comme.. j'essaye de regarder qu'est-ce qu'il y a avec l'idée... qu'est-ce que ça pourrait changer, ça serait ça. Mais des fois je vois que ça marcherait pas.
I	Ok. Puis tu trouves tu que c'est bon signe d'hésiter ou c'est pas bon signe? À ton avis, toi comment tu perçois les hésitations?
S	Euh.. c'est peut-être bon, ouin bon signe parce que des fois tu penses pas toujours à la bonne affaire puis si on hésiterait pas on marquerait tout de suite ce qu'on pense le premier coup puis des fois c'est pas ça.
I	Ok. Donc ça pourrait être un bon signe
S	Oui parce que des fois on pourrait se tromper, on penserait pas que ça soit ça mais on aurait pas pensé à d'autres choses. En réfléchissant... Quand tu hésites, tu réfléchis plus à d'autres choses. Des fois tu tombes sur quelque chose qui a plus de sens
I	Qui a plus de sens... Grâce à la réflexion...
S	Oui
I	Mais il faut hésiter pour ça...
S	Oui
I	Ça fait que si on était capable d'analyser un silence de toi en train d'hésiter, on verrait on verrait quoi? Un brassage d'idées?
S	Oui, comme je prend plusieurs idées, puis je regarde si ça pourrait marcher avec le problème puis quelque chose comme ça.
I	Ok. (débriefing hésitations)